

# ユビキタス社会における生涯学習機関での 情報機器のあり方に関する調査研究報告書

平成21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生涯学習機関での情報機器のあり方に

## 関する調査研究委員会

(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
オブザーバー	小倉 久雄	財団法人 日本科学技術振興財団	主任
"	青海 みずほ	財団法人 日本科学技術振興財団	インストラクター
事務局	竹田原 昇司	財団法人 日本科学技術振興財団	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生涯学習機関の ICT 利用 .....	1 - 1
1 . 1 . 目的.....	1 - 1
1 . 2 . 背景.....	1 - 1
1 . 3 . N G N (Next Generation Network).....	1 - 2
1 . 4 . 来館者サービス.....	1 - 5
1 . 4 . 1 . 来館者支援 .....	1 - 6
1 . 4 . 2 . 施設側支援 .....	1 - 8
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.....	2 - 3
2 . 2 . 1 研究背景 .....	2 - 3
2 . 2 . 2 関連研究 .....	2 - 3
2 . 2 . 3 科学ミュージアムガイド .....	2 - 4
2 . 2 . 4 ユーザスタディ .....	2 - 8
2 . 2 . 5 アンケート結果 .....	2 - 12
2 . 2 . 6 考察 .....	2 - 15
2 . 3 科学ミュージアムにおけるサービス工学と複合現実インタラクション.....	2 - 17
2 . 3 . 1 サービス工学と複合現実インタラクション .....	2 - 17
2 . 3 . 2 科学ミュージアムの展示サービス改善.....	2 - 17
2 . 4 地図提示に関する追実験.....	2 - 20
2 . 4 . 1 実験概要 .....	2 - 20
2 . 4 . 2 アンケート結果 .....	2 - 22
2 . 4 . 3 考察 .....	2 - 24
2 . 5 展示説明コンテンツに関するヒアリング調査.....	2 - 25
2 . 5 . 1 実展示と展示説明コンテンツの特徴と必要性.....	2 - 25
2 . 5 . 2 第一回ヒアリング調査.....	2 - 25
2 . 5 . 3 第二回ヒアリング調査.....	2 - 27
2 . 6 地図や位置に基づくコンテンツの提示方法に関する調査.....	2 - 28
2 . 6 . 1 コンテンツの提示方法の現状.....	2 - 28
2 . 6 . 2 調査結果 .....	2 - 28
2 . 6 . 3 考察 .....	2 - 32
2 . 7 本年度の科学館学習支援システム実験.....	2 - 35
2 . 7 . 1 実験目的 .....	2 - 35
2 . 7 . 2 実験システム構成.....	2 - 35
2 . 7 . 3 コンテンツ .....	2 - 39
2 . 7 . 4 インタフェースデザイン .....	2 - 40
2 . 7 . 5 実験設定と手順 .....	2 - 46
2 . 7 . 6 実験告知と被験者.....	2 - 46
2 . 7 . 7 アンケート結果 .....	2 - 48
2 . 7 . 8 考察 .....	2 - 64

2.8	まとめ	2 - 6 5
2.9	参考文献	2 - 6 6
3	今後の展開	3 - 1
付録1	被験者への説明と同意に関する書類	付録1 - 1
付録1.1	人間工学実験計画書	付録1 - 2
付録1.2	インフォームドコンセントのための説明文書	付録1 - 7
付録1.3	同意書	付録1 - 1 2
付録1.4	写真およびビデオ好評についての承諾書	付録1 - 1 3
付録2	体験誘導コンテンツ一覧	付録2 - 1
付録3	アンケート用紙	付録3 - 1

## 1. ユビキタス社会における生涯学習機関の ICT 利用

### 1.1. 目的

昨年度実施した「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る。

今回はユビキタス社会を想定した先進的な研究として、生涯学習機関等での来館者に情報提供を与える情報機器のあり方に視点を移し、より手軽な ICT 機器を使用し双方向性を持たせた学習支援を行うシステムに関する調査研究を行うことを目的とする。

### 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。

---

<sup>1</sup> 「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。

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来ている。「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いる。NGN では既存の電話網とコンピュータネットワークが融合され多様なサービスが提供可能となるため、日本でも実現化に向けた研究や実験が活発に行われ、平成 20 年 3 月からは有線の商用サービスが開始された。

ところで、生涯学習機関として情報機器を利用したサービスの提供については多くの実例があるが、ユビキタス社会の基盤となる NGN を利用したものは皆無である。そこで、生涯学習機関として来るべきユビキタス社会をより充実したものにするためには NGN の利用は必要不可欠であると考え、この NGN に適応した無線通信装置を備えたウェアラブル、モバイル機器を始めとする各種情報機器のあり方を科学館学習支援システムという切り口で考察する。

そのために、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情報機器のあり方や来館者サービスの充実に関する調査および研究を行う。

### 1.3. NGN(Next Generation Network)

NGN ( Next Generation Network ) は、インターネットの通信方式である IP ( Internet Protocol ) 技術を核にする通信網として、信頼性や安全性が高い既存の電話網と、速度や通信コストに優れた IP 網の長所を兼ね備えた次世代の情報通信ネットワークであり、電話のために銅線で作った電話網に代わって、光ファイバーで作り上げる新しいネットワークとして現在商用サービスの提供が開始された。

NGN は当初古くなった既存の電話網の維持に掛かるコスト削減の目的で考えだされたもので、実際問題として現在稼働中の電話交換機がもはや製造されなくなってしまい、耐用年数が過ぎてモリプレースできない事情がある。また移動体通信の躍進により固定電話の通話量が減り続けており、電話以外のサービスを提供する必要にも迫られている。

そこで、インターネットなどのデータ通信と、今まで固定電話網で行っていた音声通話



を統合し、同じインフラを使う事が考え出された。固定電話を使っている時、突然切れたり、音が急に悪くなったりすることはほとんどなく、固定電話網は高い品質を維持している。この固定電話網の高い品質と、インターネットの自由度を兼ね合わせたものであり、両者の「いいとこどり」をするのが NGN のメリットとなる。

NGN では、IT サービスと通信ネットワークが完全に分離しているインターネットでは実現が難しいアプリケーションの提供、例えばサービス品質（帯域や優先度など）の確保や接続 ID に基づいたサービスの連携、セキュリティの強化が可能となる。更に NGN では通信と IT が融合した新しいアプリケーションやサービスも開発できるようになるため、通信事業者のみならずプロバイダやユーザ企業にも新たなビジネスチャンスを提供してくれる。ここで NGN の特徴を記載する。

### 1．IP 技術の採用

インターネットの世界で標準的に利用されている IP 技術を利用することで電話用、データ通信と分けていたシステムを統合しコストを削減できるとともに柔軟な対応が可能となる。

### 2．QoS（Quality of Service：サービス品質）の確保

通信事業者が通信帯域やデータ伝送の優先度、伝送遅延といったネットワークの QoS を ID 毎に制御できる。つまり、従来のベストエフォートサービスのインターネットでは実現不可能だったリアルタイム性が必要なテレビ電話や映像配信といったものでも、この QoS 機能により安定したデータ通信を行える。

ちなみに既存の固定電話網では、電話が相手に繋がるかどうかの「接続品質」、音声の問題なくやりとりできるかどうかの「通話品質」、通話が安定して継続できるかどうかの「安定品質」の 3 点を基準に高いサービス品質を提供している。当然既存の品質を落とすことなく NGN でもクリアしなければならない品質基準である。

### 3．セキュリティの確保

NGN では、ネットワークを 3 つのゾーンに分け、それぞれのセキュリティ要件を規定している。

「信頼できないゾーン」は、ユーザ端末等、NGN プロバイダが直接管理できない装置群、「信頼できるが脆弱なゾーン」は、NGN プロバイダが管理するファイアウォール等に相当する装置群であり、「信頼できるゾーン」は、NGN プロバイダが管理する装置群である。

アドレス空間の分離や装置内のセキュリティ強化、信号、管理系通信の保護等についてはユーザの認証、通信の暗号化、監査証跡、ログ保存といったものが規定されている。

例えば、ユーザ認証にしてもネットワークアクセス時の認証、サービスアプリケーションアクセス時の認証、ユーザどうしの認証、複数のネットワークがある場合の移動先にお

ける認証などさまざまなパターンが考えられる。

一方、従来の公開鍵基盤（PKI：Public Key Infrastructure）と同様な、NGNにおける公開鍵証明書（証明書）の利用方法について規定した文書が勧告されている。

商用が始まったNGNでは、回線ごとに割り当てられた発信者IDをチェックし、なりすましを防止している。

#### 4．FMC（Fixed Mobile Convergence）

固定電話と携帯電話の融合であり、携帯電話端末をシームレスに固定電話に切り替え利用できる。FMCに似たもので「モバイル・セントレックス」と呼ばれる企業向け端末がある。企業の中では無線LANを経由してIP電話の内線端末として使い、社外では携帯電話として使う。

この発展系としてNGNでは、ユーザーがどこからアクセスしても同じようにネットワークの機能を使えるようにできる。また、このときに実現できるのは電話のサービスだけではなく、例えばデータ通信やビデオなども場所を問わずに使えるようになる。

#### 5．プレゼンス

プレゼンス機能とは、ユーザーが今どういう状態にあるのかをネットワーク上で把握する機能である。この機能によって、ユーザーがパソコンの前にいるのか、席を外しているのか、あるいは自宅のパソコンの前にいるのかを他のユーザーやアプリケーションから確認できるようになり、その状況にあった制御が可能になる。

#### 6．オープン化

NGNでは、新たなアプリケーションサービスを、誰もが自由に創造していけるよう、UNI(user-network interface)、NNI(network-network interface)、ANI(application-network interface)という3つのインタフェースを規定し、これらの仕様を公開する。ここで、UNIは情報家電やパソコン、携帯電話などの端末などとのインタフェース、NNIはプロバイダなど他社のネットワークとのインタフェースである。そして電話網と異なるNGN特有のサービス事業者向けのインタフェースがANIである。

既存の電話通信網の様にネットワークを構築する通信事業者がサービスも開発、提供するというやり方ではなく、インターネットが発展したようにユーザにとって使い勝手の良い、魅力あるサービスを他のサービス事業者が創り出しユーザに提供していく。

ANIを用いることで、サービス事業者が認証、セッション制御、帯域制御などの機能を用いた新たなサービスをユーザに提供できるようになる。

ユビキタス社会の情報基盤として有線の商用サービスの提供が開始されたNGNであるが、サービス提供範囲の拡大といったインフラの整備、提供するサービスの拡充や価格と

いったコストパフォーマンスなど課題も多いが、ユビキタス社会の情報基盤として確固たる位置を占めるのももうすぐであろう。

#### 1.4. 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。

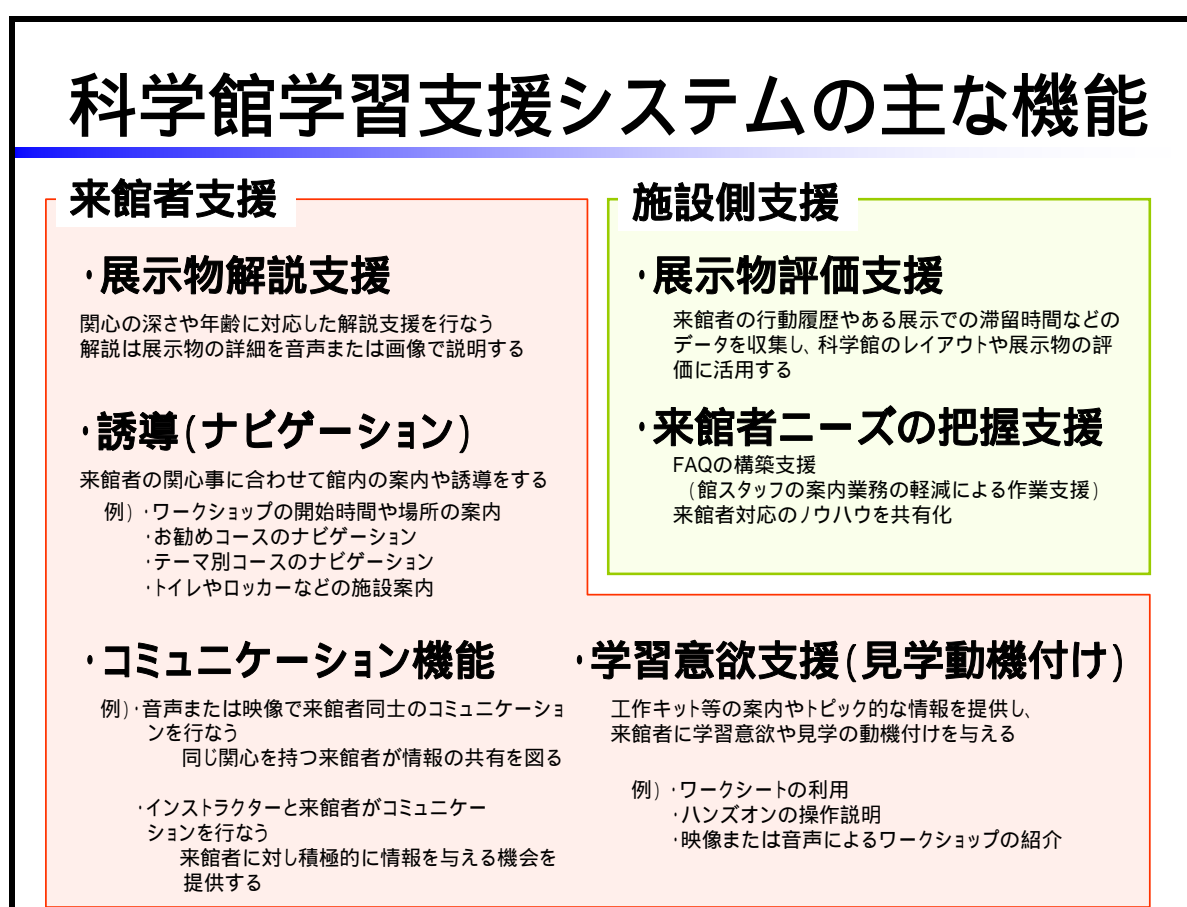


図 1 - 1 科学館学習支援システムの主な機能

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。

## 1.4.1. 来館者支援

### 1.4.1.1. 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り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、文字で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いなければならない。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

### 1.4.1.2. 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だけ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

#### 1.4.1.3. 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　　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

#### 1.4.1.4. 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。

#### 1.4.2. 施設側支援

##### 1.4.2.1. 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。

##### 1.4.2.2. 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

大隈隆史<sup>1</sup>、興相正克<sup>1</sup>、石川智也<sup>1</sup>、七田洸一<sup>1,2</sup>、西岡貞一<sup>2</sup>、蔵田武志<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]、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]を実施した。現在においてもなお、これら一連の実験は、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。また、平成18年度の実験を報告した国際会議 ICCAS2007[文献 ICCAS]では、Outstanding Paper Award を受賞することができた。過去2年間の実験にご参加いただいた被験者の方々から得られたさまざまなフィードバックや運用経験は非常に価値の高いものであり、今年度の研究開発の指針に大きな影響を与えている。

図2-1[システム変遷]は、今年度を含む3年間のシステムに関する変遷概略、同じく図2-2[コンテンツ変遷]は、3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。1年目の成果は、実験インフラや基本システムの構築と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)との比較、2年目は3次元地図の仮想視点制御と誘導コンテンツの効果の検証であった。そして、3年目の今年度は、モバイル端末を過去2年間使用したハンドヘルドPC(Vaio Type U)からiPhoneに変更し、より実運用に近いシステムを実現したことや、2年目の実験では明らかにできなかったいくつかの点について、サービス工学的な視点を導入しながら調査したことが成果としてあげられる。

本報告では、まず2節で、昨年度の実験概略について、実験データの検定結果やそれに基づく考察を含めて述べ、3節ではサービス工学と複合現実インタラクションという視点で科学ミュージアムの展示サービスを捉えて、これまでの実験や調査について考察する。続いて、4節では地図提示に関する追実験について、5節では展示説明コンテンツに関するヒアリング調査について、さらに、6節では地図や位置に基づくコンテンツの提示方法に関する調査について述べる。2009年3月19日から22日にかけての4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については7節で報告し、最後に8節でまとめと今後の課題や展望について述べる。



図 2 - 1 [システム変遷] 3年間のシステムに関する変遷概略

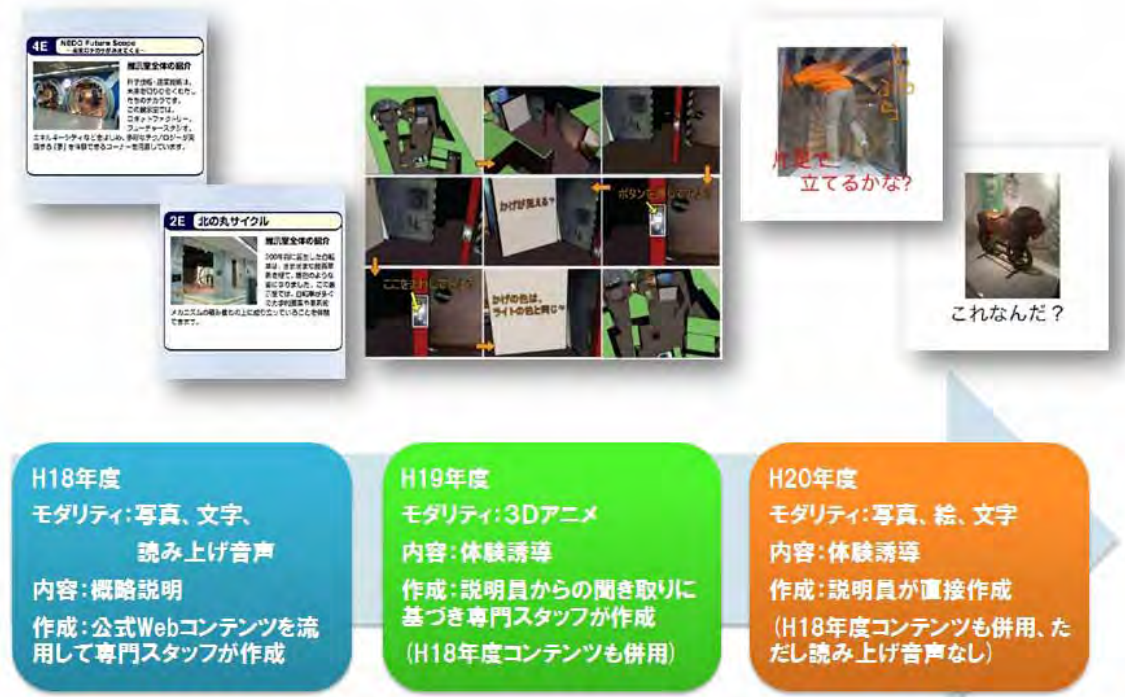


図 2 - 2 [コンテンツ変遷] 3年間のコンテンツに関する変遷概略



## 2.2 昨年度の実験概略

### 2.2.1 研究背景

ユーザの状況に応じた適切なコンテンツの提供は、モバイル情報システムに求められるサービスの典型例のひとつである。特に、地図や周辺店舗情報等をユーザの現在位置に基づいて提供するサービスは、携帯電話上でのサービスを中心に実用化が進んでいることから、一般ユーザにもその利便性が広く認知され始めている。周囲の実環境と画面内に提供される情報の対応を付けやすくするために、ユーザの方位情報に基づいて三次元的な景観表現を用いて地図情報を提供するサービスも登場している。現状では測位系の性能の制限により、このようなサービスの利用はほとんどの場合、屋外環境に限定されているが、複合商業施設やミュージアムなどのような屋内環境においては利用者が立体構造内を移動する必要があり、屋外以上に位置・方位に基づく情報サービスの提供が望まれる。

我々は科学ミュージアムガイドシステムの開発と評価を通して、屋内環境におけるユーザの状況に応じた情報提示サービスについて研究を進めている[文献 ICCAS][文献 ISMAR2007]。実運用に近い形での実験により、複雑な立体構造内でのナビゲーションに関してこれまで明らかにされてこなかった知見を得ることができると期待される。これまでの調査で、提示される三次元地図のわかりやすさや地図と実環境の対応付けのしやすさの評価に対して、地図の提示方法がユーザの主観に影響を与えている可能性があることがわかった。また、説明員との意見交換を通して、人気調査で低い評価を受けている展示は体験方法さえわかれば十分に興味深く、説明員がヒントを与えることで来館者が興味を持って体験していることがわかった。これはガイドシステムでも実展示の魅力を引き出すコンテンツが提示できる可能性を示唆している。

本節では、昨年度、三次元地図提示のための仮想視点制御、体験誘導コンテンツによる実展示の魅力強化、およびガイドシステム全体を評価するために実施したユーザスタディについて、実験データの検定結果やそれに基づく考察、知見を含めて述べる。これにより、今年度の実験の意義を再確認する。

### 2.2.2 関連研究

実環境中の適切な位置に情報を配置することで実環境と情報を直感的に対応付けてユーザに提示する技術は拡張現実感[文献 AR]やユビキタスコンピューティング[文献ユビキタス]の分野で研究されてきた。

FeinerらはGPS測位システムに基づき、実環境中の建物上に建物名などの情報を提示することでガイドをするTouring machineを開発し、実際にウェアラブルAR技術を用いての位置に基づく情報提示を初めて実現した[文献Feiner]。また、Vlahakisらは遺跡ガイドシステムArcheoguide[文献Archeoguide]を構築し、三次元モデルやアニメコンテンツを含めたガイド機能を実際の遺跡周辺で運用して効果を実証した。しかし、測位系がDGPS

(Differential GPS)に依存する点、大きな遺跡を観察するのに適した位置周辺でのみ情報提示が可能な実装になっている点から、同様のシステムを屋内中心で体験型展示を多く持つ科学ミュージアムへ適用することは困難である。

これに対して、Schmalstieg らは Handheld AR フレームワークである Studierstube ES[文献 Schmalstieg]を開発し、そのアプリケーションとして開発した 2 種類の位置に基づくミュージアムゲームについて報告した。Studierstube ES ではマーカを情報提示ポイントに配置し、このマーカを画像認識することで位置に基づく情報提示を実現している。Bruns らはマーカを用いず、カメラ付携帯電話でミュージアム内の展示物を撮影することで、対象を認識して解説コンテンツを提示するシステムを実装した[文献 Bruns]。これらの研究はハンドヘルド PC や携帯電話等、一般ユーザが使い慣れているデバイス上で拡張現実コンテンツ提示やガイド機能を実運用可能なレベルで実現している。しかし原理上、移動中の位置・方位情報を取得できないためナビゲーション機能を実現できない。また、これらの研究ではシステムの具体的な評価については触れられていない。

一方、本研究においては、屋内でも位置方位が計測可能な手法[文献 ICAT] [文献 ISMAR2003]に基づき、ナビゲーション機能を有するガイドシステムを実現し、ユーザスタディを実施してアンケートやインタビューによるシステムの定性評価を実施した。

## 2.2.3 科学ミュージアムガイド

### 2.2.3.1 科学技術館

本実験は参加体験型展示が多いという特徴を持つ科学技術館(東京都千代田区北の丸公園)において実施した。建物の 2 階から 5 階が展示エリアで、各階 2,500~2,700m<sup>2</sup>の広さがある。また、各階は 5 つの長方形の各一辺を五角形の各辺と共有するように配置したような複雑な形状をしている。エスカレータと階段は、来館者がエスカレータで最初に最上階まで移動し、上の階から順に全ての展示を見学する場合に移動しやすいように配置されている。しかし、来館者が興味のある展示から順にたどる場合、展示エリアの複雑な形状、エスカレータや階段の配置から、現在位置や目的地までの経路を把握しやすいとは言えない構造になっている。

### 2.2.3.2 コンテンツ

H19 年度実験において、本ガイドシステムを通じて被験者に提供されたコンテンツは、ナビゲーションのための三次元地図、現在位置、設定した目的地までの最短ルート、および、展示説明コンテンツである。

本ガイドシステムでは、一般的なカーナビや PND(Personal Navigation Device)などに準じた三次元地図表示方法を採用している。この表示方法を採用する利点として次の 3 点が挙げられる。

- 1) 一般ユーザが慣れ親しんだ表示方法である

- 2) 実環境を示す三次元地図と展示説明コンテンツとの位置関係が視覚的にずれない
- 3) 測位精度に応じた地図の表示制御が可能である(後述)

また、展示説明コンテンツとして以下の二種類を用意している。

**概略説明コンテンツ** 展示の概略を説明するための写真とテキスト、およびそのテキストを読み上げる 15 秒程度の音声。H18 年度のコンテンツ。

**体験誘導コンテンツ** 展示の体験方法を説明する三次元 CG を用いたアニメーション。

図 2 - 3 [体験誘導アニメ]に体験誘導コンテンツの例を示す。実展示による体験を通じた学習を重視するために、説明員へのヒアリングに基づいて、各展示の体験方法だけを解説して実際に何が起こるかは提示しないアニメーションを作成した。



図 2 - 3 [体験誘導アニメ] 体験誘導コンテンツの例

本ガイドシステムにおける 2 種類の展示説明コンテンツは仮想展示の一種として位置づけられる。実展示と仮想展示とは多くの面で相補的な関係にあると考えられる(図 2 - 4 [実展示と仮想展示]参照)。本実験により低コストで更新の容易な仮想展示を用いた実展示体験への誘導や人気制御が実際に可能であることが示されれば、仮想展示の更新ループを効率よく回すことで、より多くの来館者に臨場感のある実展示によるわかりやすい体験を提供できる。

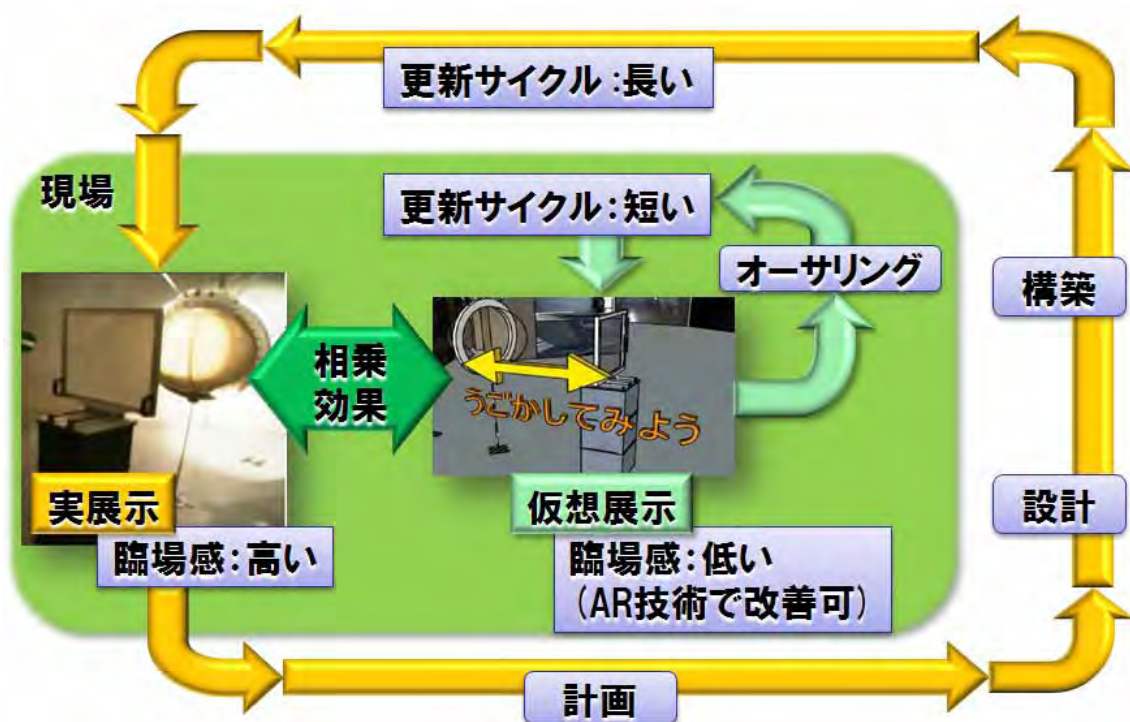


図 2 - 4 [実展示と仮想展示] 実展示と仮想展示（展示説明コンテンツ）の相補的な関係

### 2.2.3.3 ハードウェア構成

本ガイドシステムのユーザは、図 2 - 5 [H19 ハード]に示す自蔵センサモジュール(各 3 軸の加速度・ジャイロ・磁気方位センサ)を腰部に装着し、アクティブ RFID タグ(300MHz 帯)を携帯、ハンドヘルド利用者端末(SONY VAIO typeU)を把持するか首にかけた状態でガイドシステムを利用する。また、各階には Wi-Fi アクセスポイントが設置され、アクティブ RFID リーダが各階の階段入り口やエスカレータ降り口周辺などの要所の天井に設置されている(各階 2ヶ所程度)。

### 2.2.3.4 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェアは測位系とコンテンツ管理系で構成される。この測位系はセンサモジュールを用いた歩行動作、階段・エスカレータ乗降動作の検出、進行方向の推定、

及びそれらに基づくデッドレコニング、マップマッチング、アクティブ RFID による測位を組み合わせることで、ユーザの位置と方位を推定する[9]。ネットワークに接続できない状況でも測位を継続するために、RFID 測位以外はハンドヘルド PC 上で実行され、Wi-Fi 経由で利用できる場合のみ RFID 測位結果を統合する。

コンテンツ管理系は測位系からの位置方位情報に基づいて、ユーザインタフェースとして利用される Google Earth 上に表示されるコンテンツの制御と、三次元地図の仮想視点制御を行う。KML、php スクリプトによる web サービス、PostgreSQL データベース、Adobe Flash、および Google Earth COM API を用いる Windows Form プログラムの連携動作によりコンテンツ管理系は実装されている(図 2 - 6 [H19 コンテンツ管理系]参照)。



図 2 - 5 [H19 ハード] 昨年度のハードウェア構成



図 2 - 6 [H19 コンテンツ管理系] 昨年度のコンテンツ管理系

### 2.2.3.5 インタフェースデザイン

ガイドシステムのインタフェースは主に 2 種類のモードで動作する。

#### 2.2.3.5.1 ナビゲーションモード

三次元地図上にユーザの現在位置・方位、目的地までの最短ルートを KML(Keyhole Markup Language)により表示することでナビゲーションする。図 2 - 7 [H19 画面例](左)にナビゲーションモードでの画面例を示す。現在位置と仮想視点はユーザの現在位置・方位に基づいて 0.5 秒毎に php スクリプトを呼び出すことで更新される。このとき、ユーザ

の位置・方位、及びデータベースに登録された展示説明コンテンツの表示条件に基づいて、表示すべき展示説明コンテンツが存在すると判定された場合には展示説明モードへと遷移する。また、ルートからの逸脱判定は 5 秒毎に行われ、ユーザがルートを外れたと判断された場合、最短ルートが再計算されて KML が更新される。

### 2.2.3.5.2 展示説明モード

画面上に展示説明コンテンツを表示する。図 2 - 7 [H19 画面例](右)に展示説明モードでの概略説明コンテンツの表示例を示す。実験時の実装では Google Earth の Placemark 説明バルーン内に Adobe Flash ファイルを埋め込み表示する機能を用いている。バルーンの開閉制御には Google Earth COM API を用いている。展示説明コンテンツ表示後はナビゲーションモードへ遷移する。

体験誘導コンテンツについては三次元地図上の仮想展示に直接作りこむ方がより直観的であると考えられるが、Google Earth のレンダリング性能や視点制御の自由度の制約から、実験時は三次元地図コンテンツを素材として予め作成した Flash アニメーションを表示している。

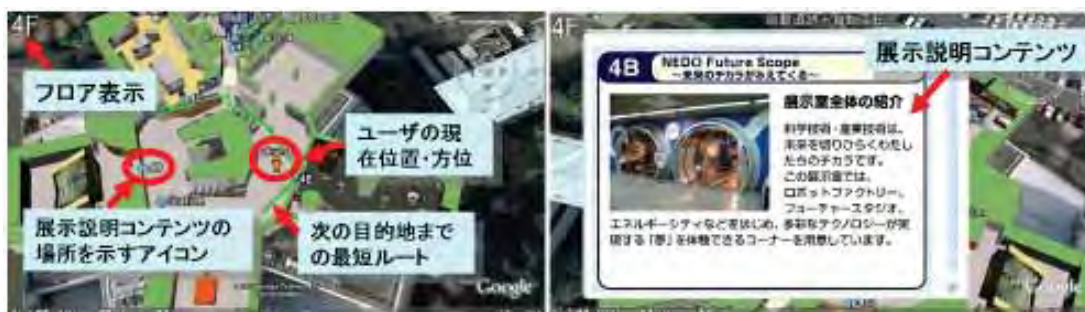


図 2 - 7 [H19 画面例]

(左)ナビゲーションモードの画面例

(右)概略説明コンテンツの例

## 2.2.4 ユーザスタディ

### 2.2.4.1 仮想視点制御

三次元地図提示において重要となる仮想視点制御について、本実験では特に、地図の表示範囲と向きをどのように制御すべきかに着目し、4通りの視点制御モードを用意して被験者による主観評価を実施した(図 2 - 8 [H19 仮想視点制御]参照)。

自動追跡 + 自動回転のモードでは、ユーザの現在位置周辺、特に前方の視覚的手がかり(構造物の形状やテクスチャ)をできるだけ提供するために、比較的大きな縮尺を採用して、現在位置が常に画面中央に配置されるようにした。さらに、進行方向が画面上方になるように地図を回転した。なお、測位誤差により現在位置の表示がずれても、画面内に本来の現在位置が含まれる状況を増やすと共に、測位結果の不確かさを暗に表現してユーザに伝え

ることができるように、自動的に縮尺を微調整した。一方、真上からの鳥瞰のモードでは、ユーザの周囲ではなく建物全体における現在位置の把握を容易にするため、フロア全体を



図 2 - 8 [H19 仮想視点制御] 仮想視点制御モードの比較

表示できるように縮尺を固定した。また、方向固定の状態では絶対方位で場所の認知を行うことを好むユーザのために、北を常に画面上方向に固定して表示した。

#### 2.2.4.2 体験誘導コンテンツ

体験誘導コンテンツによる効果を評価するために、人気調査で下位にランクされ、人気の高い展示室の 1/10 程度の得票数でありながら、説明員による体験誘導の効果が高い展示室として光の性質を学習する「オプト」展示室に着目し、体験誘導コンテンツを配置した(計 6 箇所)。また、比較のためにオプト以外の各展示室には概略説明コンテンツのみを配置した(計 53 箇所)。

#### 2.2.4.3 実験手順

各被験者は実験を開始する前に、動的歩幅推定のための個人パラメータ取得と実験コースの設定を行う。

本実験では計 3 箇所の展示室を巡って受付に戻ってくる実験コースを設定した。最初の展示室はオプトに固定され、残り 2 箇所の展示室はユーザに選択させた。

実験中、被験者は現在位置から次の目的展示室までの最短コース表示に従って移動しながら、実展示とガイドシステムを体験した。体験時間については制限を設けなかった。被験者は比較する 4 通りの視点制御モードを体験した。各目的展示室への到着時に視点制御

モードが切り替えられた。このとき順序効果が分散するように、被験者毎に体験順をランダムに並べた。タスク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。

実験中、1組の被験者につき1人の付き添いを割り当てた。各付き添いはビデオカメラで映像と音声を記録しながら被験者を後方から追跡し、必要に応じてシステム調整や被験者の安全確保を行った。図 2 - 9 [H19 被験者外観]はビデオログに記録された被験者の映像の例である。また、位置と方位の計測結果も活動履歴の一部として記録した。図 2 - 10 [H19 軌跡例]に被験者が実験中に動き回った範囲の例を示す。オレンジ色の各矢印は記録された位置と方位を、赤い円は RFID リーダの位置を示している。記録した位置と方位の履歴から手動で計測した測位誤差は平均で約 3.7m であった。

被験者は実験当日の来館者から募集した。被験者数は女性 5 名、男性 18 名の合計 23 名であった。年齢別構成は小学生 13 名、20 歳代 5 名、30 歳代 3 名、40 歳代 1 名、50 歳代 1 名となり、様々な世代からのフィードバックが得られた。



図 2 - 9 [H19 被験者外観] 実験中の被験者の様子





図 2 - 1 0 [H19 軌跡例] 実験中に記録された位置と方位の例

## 2.2.5 アンケート結果

### 2.2.5.1 仮想視点制御手法の比較

三次元地図と仮想視点制御に関する設問は以下の3問であった。

設問1 三次元地図はわかりやすかったですか(各視点制御モード毎に回答、1:わかりにくい 7:わかりやすい)。

設問2 画面に表示されている自分の位置と実際の自分の位置は簡単に対応がとれましたか(各視点制御モード毎に回答、1:難しかった 7:簡単だった)。

設問3 目的地を簡単に見つけられましたか(各目的地毎に回答、1:難しかった 7:簡単だった)。

設問1の回答結果を図2-11 [H19 設問1]に示す。この回答結果より、本システムでは自動追跡モードを用いた方が鳥観モードを用いるより三次元地図が分かりやすく( $p=0.021$ 、Mann-Whitny 検定)、自動回転モードを用いた方が方向固定モードを用いるより三次元地図が分かりやすかったと評価された( $p=0.001$ 、Mann-Whitny 検定)。

設問2の回答結果を図2-12 [H19 設問2]に示す。この回答結果からは、本システムにおいて実際の自己位置と画面内の表示位置との対応付けの容易さの評価に視点制御モードの違いが影響を与えるという結果は得られなかった( $p=0.276$ 、Friedman 検定)。

問3については、被験者間で視点制御モード以外の条件変化がないスタート地点からオプト展示室までの区間の評価を用いて、各視点制御モードの影響を分析した。視点制御モード毎のオプト展示室の見つけやすさに関する回答結果を図2-13 [H19 設問3]に示す。この結果から追跡と回転に関する視点制御モードの交互作用が検出され( $p=0.016$ 、二元配置分散分析)、自動追跡+自動回転、鳥観+方向固定の各モードで目的地を簡単に見つけられたと評価された。

### 2.2.5.2 体験誘導コンテンツの評価

体験誘導コンテンツの評価に関する設問は次の3問であった。

設問4 どの目的地が面白かったですか? 各目的地に一位から三位までの順位を付けてください。

設問5 オプトのアニメーションによる説明はわかりやすかったですか(1:わかりにくい 7:わかりやすい)。

設問6 オプト以外の展示物の静止画と音声による説明はわかりやすかったですか(1:わかりにくい 7:わかりやすい)。

設問 4 の回答結果を用いて、比較的多くの(23 名中 4 名以上) 被験者が目的地として設定した 4 つの展示室「イリュージョン」「みんなのくるま」「メカ」「鉄の丸公園一丁目」と「オプト」について、両展示室を訪問した被験者が評価した順位を比較した(図 2 - 1 4 [H19 設問 4]参照)。

比較対象となった展示室は全て、事前調査における人気度が高かったが、本実験の回答結果では順位に統計的な差は見られず、「メカ」との比較においては「オプト」の方が高い順位を得る傾向が見られた( $p=0.098$ 、Wilcoxon の符号付き順位検定)。以上より、人気の高い展示室とオプトの人気に本調査では差がないという結果を得た。

また、設問 5、6 の回答結果から体験誘導コンテンツと概略説明コンテンツのわかりやすさの評価を比較した結果、本実験では統計的有意差は見られなかったが体験誘導コンテンツの方が高い評価値を得る傾向が見られた( $p=0.097$ 、Wilcoxon の符号付き順位検定)。

### 2.2.5.3 ガイドシステムとしての全般的評価

科学ミュージアムのガイドシステムとしての全般的な評価に関する設問は以下の 5 問であった。

設問 7 ガイドシステムの必要性や有用性を感じましたか(1:感じなかった 7:感じた)。

設問 8 ガイドシステムだけでなく人間の説明員による説明やナビが必要と感じましたか(1:不必要 7:必要)。

設問 9 画面と展示物のどちらをよく見ましたか(1:画面 7:展示物)。

設問 10 ガイドシステムは邪魔でしたか(1:邪魔 7:邪魔ではない)。

設問 11 ガイドシステムはまわりの人との会話の邪魔になりましたか(1:邪魔 7:邪魔ではない)。

設問 7、8 ではガイドシステムは必要・有効(平均評価値  $5.70 > 4.0$  (t 検定、 $p=0.000$ ))であるが、さらに人間による説明やナビゲーションも必要である(平均評価値  $5.70 > 4.0$  (t 検定、 $p=0.000$ ))と評価された(図 2 - 1 5 [H19 設問 7]参照)。設問 9 では展示物よりも比較的画面のほうを見ていた(平均評価値  $3.09 < 4.0$  (t 検定、 $p=0.010$ ))と評価された(図 2 - 1 6 [H19 設問 9]参照)。

また、設問 10、11 からは本システムが体験や会話をする上で邪魔ではない(設問 10 の平均評価値  $5.14 > 4.0$  (t 検定、 $p=0.008$ )、設問 11 の平均評価値  $5.68 > 4.0$  (t 検定、 $p=0.000$ ))と評価された。



図 2 - 1 1 [H19 設問 1] 設問 1: "三次元地図はわかりやすかったですか?"

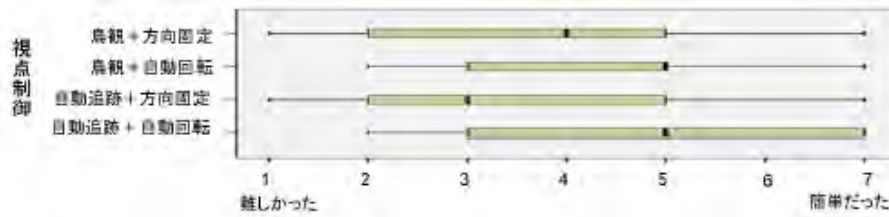


図 2 - 1 2 [H19 設問 2] 設問 2: "画面に表示されている自分の位置と実際の自分の位置は簡単に対応がとれましたか?"



図 2 - 1 3 [H19 設問 3] 設問 3: "目的地を簡単に見つけられましたか?"

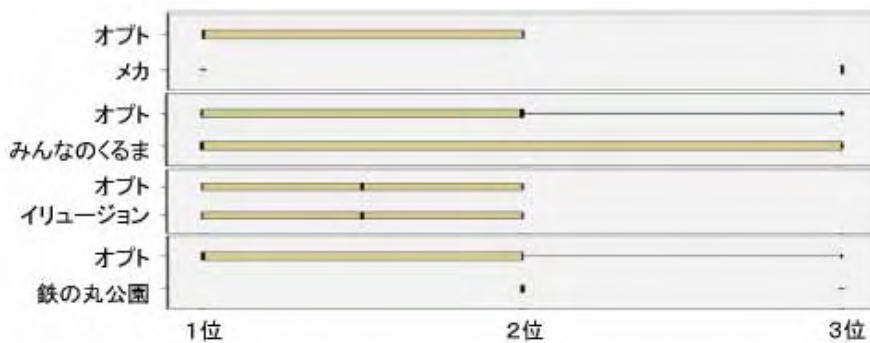


図 2 - 1 4 [H19 設問 4] 設問 4: "どの目的地が面白かったですか?"

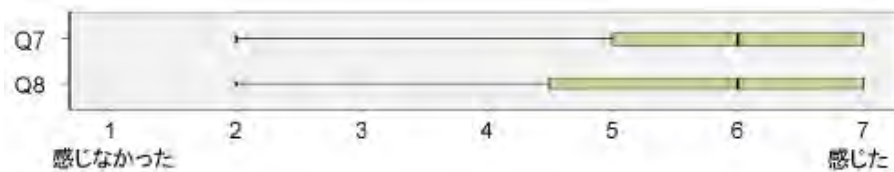


図 2 - 1 5 [H19 設問 7・8] 設問 7: "ガイドシステムの必要性や有用性を感じましたか"、設問 8: "ガイドシステムだけでなく人間の説明員による説明やナビが必要と感じましたか"

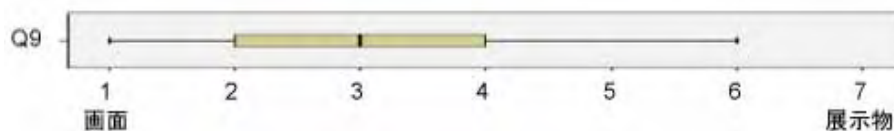


図 2 - 1 6 [H19 設問 9] 設問 9: "画面と展示物のどちらをよく見ましたか"

## 2.2.6 考察

### 2.2.6.1 仮想視点制御

アンケート結果では自動追跡 + 自動回転が全般的に高い評価を得た。本システムでは現在位置周辺、特に進行方向にある構造やテクスチャ情報など三次元地図の利点を有効に活用した提示ができるこのモードが高い評価を得たと考えられる。また、測位の不確かさによる縮尺制御も効果があった可能性があるが、単に本実験では妥当な測位精度が得られたため自動追跡による拡大表示でも測位誤差が目立たなかった可能性もあり、追実験による評価が必要である。

自動追跡モードに比べ鳥観モードに対する評価が低い点は、「小さくて見づらい」という意見が圧倒的に多く、実験システムの画面サイズと解像度の影響が考えられる。ただし、「迷った時、必要に応じて鳥観視点で全体における現在位置を確認したい」、「拡大はしてほしいが、画面の範囲内に必ず次の目的地が入るように考慮してほしい」といった意見もあった。これは設問 3 の結果で鳥観 + 方向固定が自動追跡 + 自動回転と同様に高い評価を得た点に関連している可能性がある。今後は画面サイズの制約を踏まえた上で、それぞれの仮想視点制御の利点をどのように同時に取り入れるかを検討する必要がある。

### 2.2.6.2 体験誘導コンテンツ

事前の人気調査では下位であったオプト展示室が、高い人気の展示室と差がない評価を受ける結果となった。

これが体験誘導コンテンツ自体によるものなのか、体験誘導コンテンツによってオプト展示室の本来の魅力を引き出すことができた結果なのかについては追実験の必要がある。しかしながら、これに関する興味深いインタビュー結果として、過去に数回来館した経験がある被験者から、「今回初めてオプト展示の意図するところを理解できた」というコメントが得られており、体験誘導コンテンツによる実展示の魅力強化の可能性を示している。

一方、展示説明コンテンツが密集する場所では不必要なタイミングでコンテンツが再生され、地図を見るうえで邪魔だったという報告があった。この点に関して、実験時のシステムではユーザ位置・方位、コンテンツ配置位置、およびコンテンツを観察可能な方向を用いた単純な閾値判定で再生制御しているため、展示の密集地点で次々と再生されてしまったことが原因と考えられる。ユーザの位置・方位などの状況、行動履歴、嗜好、展示説明コンテンツの配置密度など環境側の状況、他のコンテンツの提示状態や推定される測位誤差などシステムの状況に基づいて、より適切なタイミングでコンテンツを再生する機能が必要である。

### 2.2.6.3 ガイドシステム全体の使用感

アンケートからはガイドシステムが必要・有効であるとの評価結果を得た。また、全体的な印象として楽しかったという感想が多く得られている。これは体験時間に制限を設けなくても平均して35分程度かけてゆっくりと体験していたことから伺える。同時に、展示や会話の邪魔にはならないとの評価を得ていることは、科学ミュージアム本来のサービスに適した形で本システムが利用可能であることを示唆している。

しかしながら、展示物よりも画面をよく見ていたという評価結果については、移動中のナビゲーション画面を見ていた印象を含む可能性もあれば、この種の“介入実験”ではその目新しさもあって避けられない面もある。今後の追加実験で展示室にいる場合に限定しても同様の結果が得られるようであれば、ガイドシステムが実展示の体験の機会を奪っている可能性があり、このようなガイドシステムがどうあるべきかについて検討を要する。

体験を希望した高齢者(65歳女性)が画面の文字や現在位置を示す矢印アイコンが小さすぎて体験を断念したという事例があった。その一方で、本ハンドヘルドPCは端末として大きくて重いという意見が多く寄せられた。2.6.1節での議論とも関連するが、画面サイズと見やすさ・使いやすさのバランスをいかに取りながら、携帯電話、PND、携帯ゲーム機など、より小型のデバイスを用いて拡張現実的なガイドサービスを提供していくかを検討することも今後の課題として挙げられる。

## 2.3 科学ミュージアムにおけるサービス工学と複合現実インタラクション

### 2.3.1 サービス工学と複合現実インタラクション

平成 18 年 7 月に『経済成長戦略大綱』が閣議決定され、「サービス産業の生産性を抜本的に向上させることにより、製造業と並ぶ双発の成長エンジンを創る」ことが提言された。サービスを工業製品と対比して考えると、1) 形がない(無形性)、2) 生産と消費とが同時に発生する(同時性、不可分性)、3) 品質を標準化することが困難である(異質性)、4) 保存ができない(消滅性) といったサービス固有の特性が見えてくる。

これらの特性に起因する問題は、従来から経験や勘に基づいて解決されてきたが、より科学的工学的な手法を導入し、サービス産業を持続的に発展させることが望まれる。「サービス工学」は、そのような社会的要請を背景とし、サービスを理論的かつ体系的に論じるための枠組みとして提唱されている[文献 JSAI] [文献シンセシオロジー]。

一方、経験豊かな人間に備わる気付きや勘は非常に優れており、PDCA (Plan, Do, Check, Action) スパイラルの中でのサービス改善や、新たなサービス創出のための仮説構築などにおいて強力に機能する。「経験」には、過去に培った経験そのものと、これからの経験プロセスとが含まれる。効果的に質の高い経験をすることによって、仮説構築のための勘の形成も効果的になされるため、QoE(Quality of Experience)の向上が必須である。さらに、サービス改善や新たなサービス創出のための仮説を立てるプロセスにおいて、大量の観測データの意味のある見える化や仮説検証作業の支援などにより、勘やセレンディピティを工学的に拡張することも可能であろう。

筆者らは、複合現実インタラクション技術によって経験と勘を工学的に拡張することで、科学的工学的手法に立脚しながら人間の気付きや勘といった能力を最大限活用し、サービスの質や生産性の向上、さらにはサービスイノベーションを支援できると考えている。本節では、前節で述べた平成 19 年度の実験結果を、サービス工学と複合現実インタラクション研究の視点で捉え考察する[文献ウェアラブルユビキタス VR]。

### 2.3.2 科学ミュージアムの展示サービス改善

下記はこれまでの調査や実験により得られた知見のうち、主に説明員と展示に関連するものである。

- 知見 1 各説明員には豊富な解説ノウハウが蓄積されており、そのノウハウを投入すれば各展示がより魅力的になる。
- 知見 2 説明員は、繰り返し同じ解説をしなければならない場合と、来館者の反応に応じて臨機応変に対話をする場合とがある。
- 知見 3 繰り返しの多い解説はある程度コンテンツ化(仮想展示化)できる
- 知見 4 更新サイクルの長い実展示の魅力を仮想展示により維持することが可能である。
- 知見 5 仮想展示も有効であるが、最も優れた解説コンテンツは人間による解説である。

図 2 - 1 7 [科学ミュージアム仮説]は、これらの知見を踏まえて立てた科学ミュージアムの展示サービスを改善するための仮説の一例である。まず、説明員による定型化した解説をコンテンツ化（仮想展示化）し、センシングに基づく状況把握技術やモバイル AR インタフェース技術などにより、適応的に解説コンテンツを再生できるようにする（一度仮想化された展示や解説が具現化されると言ってもよいかもしれない）。

これにより説明員が来館者の反応に応じて臨機応変に対話するための時間を増やすことができる。実展示更新のサイクルはコストなどの面で短くするのは困難である。そのため、展示ごとの人気のばらつきが固定化してしまいがちであるが、図 2 - 4 [実展示と仮想展示]に示すように、実展示の潜在的な魅力を更新サイクルの短い仮想展示により引き出すことができる[文献 VR 学会論文誌]。つまり、定型化した解説のコンテンツ化は、説明員の時間の有効活用と展示の魅力の増強を両立させることにつながる。

次に考えなくてはならないのが、いかに解説コンテンツを効率よく増やしていくかという点である。図 2 - 3 [体験誘導アニメ]は、平成 19 年度末に実施した評価実験において、説明員へのヒアリングに基づいて作成した解説コンテンツの一例である。3次元地図によるナビゲーションと、このような解説コンテンツの提示をモバイルシステムで提供することにより、効果的な科学ミュージアムガイドサービスを実現することができた。しかしながら、図 2 - 4 [実展示と仮想展示]のように仮想展示（解説コンテンツ）の更新サイクルを実際に短くするには、説明員（ある種のプロシューマー）がオーサリングツールにより解説ノウハウを直接コンテンツ化することが有効であると考えられる。

ただし、説明員の時間の有効活用という視点で考えると、コンテンツ生成のための負担を複合現実インタラクション技術などにより軽減する必要があるだろう。評価実験では、モバイルガイドサービスも有効であるが、やはり、説明員による解説も必要であるという結果が得られた。その場合、コンテンツ作成同様、問題となるのは人手不足やコストなどである。もしも、来館者と遠隔説明員（他フロア、他施設、在宅の説明員）とを、各自の属性や状況（位置や向きなどを含む体験履歴、年齢、専門分野、必要とされる説明内容）に基づいて柔軟に仲介することが可能となり、遠隔コミュニケーションを円滑にするインタフェース技術が実現されれば、これらの問題を軽減できるのではないかと考えられる。

本節では、図 2 - 1 7 [科学ミュージアム仮説]を十分に説明できたとは言えないが、科学ミュージアムでのサービス工学と複合現実インタラクションとの関わりについて示すことができた。多くの仮説が検証されずに残されており、その実施が今後の課題である。



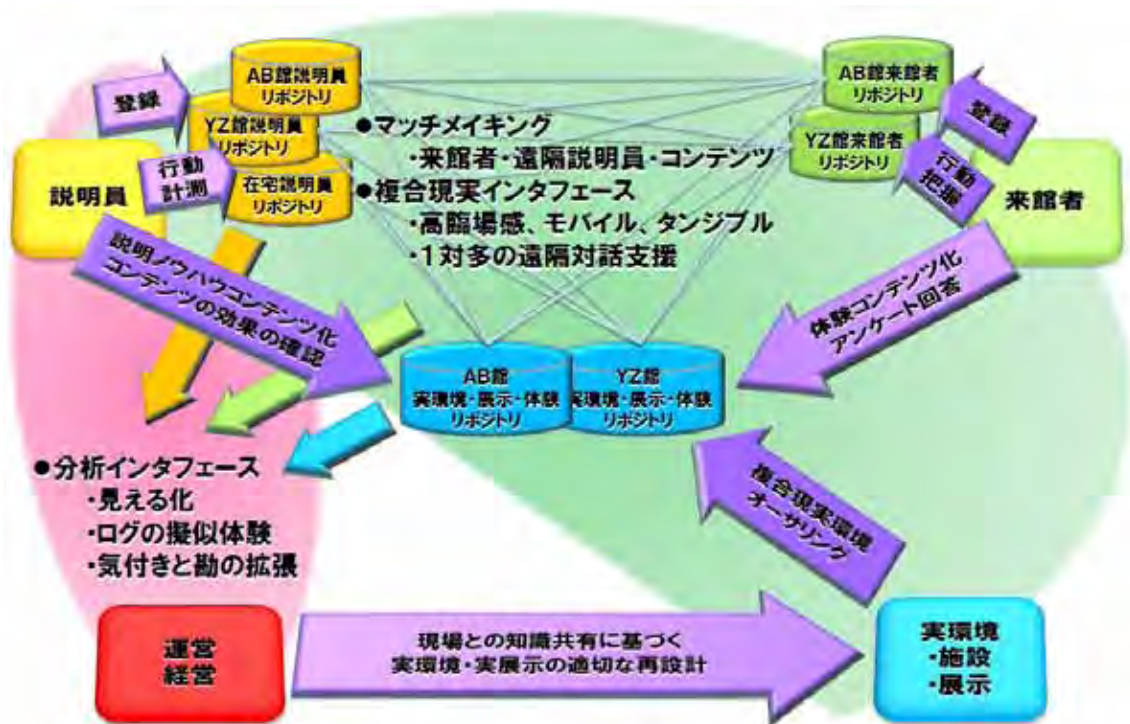


図 2 - 1 7 [科学ミュージアム仮説] 人・展示・環境の仮想化と複合現実インタラクションに基づいて科学ミュージアムの展示サービスを改善するための仮説の一例

## 2.4 地図提示に関する追実験

### 2.4.1 実験概要

これまでの実験から、通常のナビゲーション画面としては進行方向を上方向として、ユーザ周辺の状況が確認できる視点制御が好まれていたが、状況によっては全体を俯瞰する表示が好まれる場合もあった。このため、ナビゲーション画面に拡大図と全体図を同時に表示した場合、ユーザがどのようにモバイル端末上の地図を利用するかについての調査を、産業技術総合研究所の一般公開（2008年7月、**図 2 - 1 8 [一般公開]**）において実施した**[文献筑波大卒論]**。本実験では、以下のようなルートを設定した。

1. 本部情報棟（屋内）から出発する。
2. 屋外を歩いてサイエンススクウェア（屋内）に入る。
3. サイエンススクウェア内の決められた展示物まで行き、コンテンツを見る。
4. 本部情報棟に戻る。



**図 2 - 1 8 [一般公開]** 一般公開実験の様子

歩行者ガイドシステムの画面は以下の通りに構成されている(**図 2 - 1 9 [一般公開画面屋外]**、**図 2 - 2 0 [一般公開画面屋内]**)。画面の左上に、出発地点から目的地までを含む全体図(**図 2 - 2 1 [一般公開全体図 1]**、**図 2 - 2 2 [一般公開全体図 2]**)を設置した。全体図の表示が小さい理由は、すでに述べてある通り、全体図が状況に応じて必要であり、常に必要ではないためである。

この全体図はユーザがどこにいるのか、目的地はどこであるかを文字で表示している。また、ユーザが建物内にいる場合、地図中のその建物を赤色で表示される。さらに目的地は星の記号が表示される。

また、ユーザが屋外から屋内に移動したとき拡大図の視点がユーザの周囲を確認しやすいようにユーザの現在地表示を中心に寄り気味に変更される。この時の視点移動はアニメーションで滑らかに遷移する。

本実験では、各被験者にスタッフが1名付き添い、映像ログの記録、安全確保、システムメンテナンスなどを行った。被験者16名に対し、体験終了後アンケートとインタビューを行った。



図 2 - 19 [一般公開画面屋外] ナビゲーション画面(屋外)

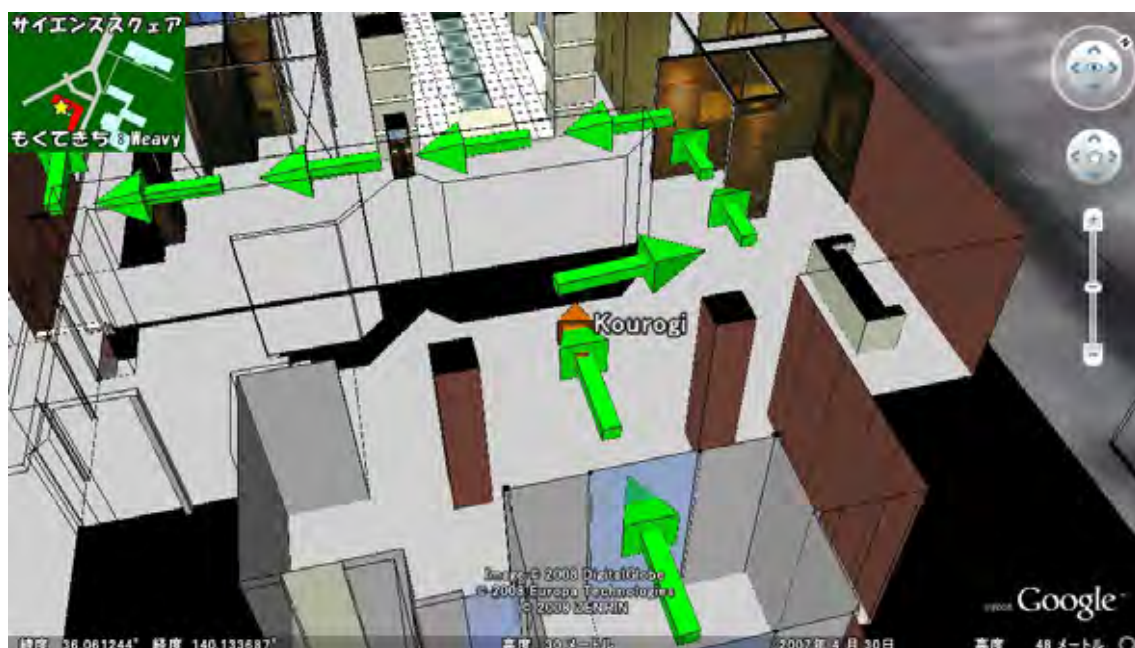


図 2 - 20 [一般公開画面屋内] ナビゲーション画面(サイエンススクエア内)



図 2 - 2 1 [一般公開全体図 1] 全体図  
屋外・目的地：サイエンススクウェア



図 2 - 2 2 [一般公開全体図 2] 全体図  
屋内・目的地：サイエンススクウェア

#### 2.4.2 アンケート結果

アンケートは全部で5問用意した。その結果は以下の通りである。

- 問 1 拡大図と全体図ではどちらをよく見ましたか（屋内と屋外を区別して回答、1:拡大図 7:全体図、回答結果は図 2 - 2 3 [一般公開問 1]に示す）
- 問 2 拡大図にでていた自分の場所がどこかわからないことがありましたか屋内と屋外を区別して回答、1:わからなかった 7:わかった、回答結果は図 2 - 2 4 [一般公開問 2]に示す）
- 問 3 外から建物の中に入ったとき拡大図が変わりましたが、自分の場所がわからなくなりましたか（なった or ならなかった、回答結果は図 2 - 2 5 [一般公開問 3]に示す）
- 問 4 建物の中から外に出たとき拡大図が変わりましたが、自分の場所がわからなくなりましたか（なった or ならなかった、回答結果は図 2 - 2 6 [一般公開問 4]に示す）
- 問 5 歩いているときに危ないと思いましたが（屋外と屋内を区別して回答、1:思った 7:思わなかった、回答結果は図 2 - 2 7 [一般公開問 5]に示す）

問 1 と問 2 の回答結果より、被験者は屋内・屋外ともに拡大図を中心にしていたと評価された(屋外：平均評価値[2.31 < 4]、t 検定[p = 0.003]、屋内：平均評価値[1.38 < 4]、t 検定[p = 0.000])。全体図については、被験者は屋内よりも屋外にいる際に全体図をよく見る傾向にあることがわかった(平均評価値[屋外：2.31 > 屋内：1.38]、Wilcoxon の符号付順位検定[p=0.122])。また、観察やインタビューからも屋外で迷った被験者は全体図を見たときと回答する傾向にあった。

問 3 と問 4 の結果はどちらも“ならなかった”と回答した被験者が多かった(問 3:73.3%、問 4：80.0%)。

問 5 の結果は屋内では被験者が危険だと感じなかったという評価は得られていないが(平均評価値[4.69 > 4]、t 検定[p = 0.129])、屋外では危険を感じなかったという評価が得られ

た (平均評価値[5.44 > 4 ], t 検定[p = 0.002])。なお、問 5 は本調査目的とは直接関係はないが、今後の参考のために調査した評価項目である。

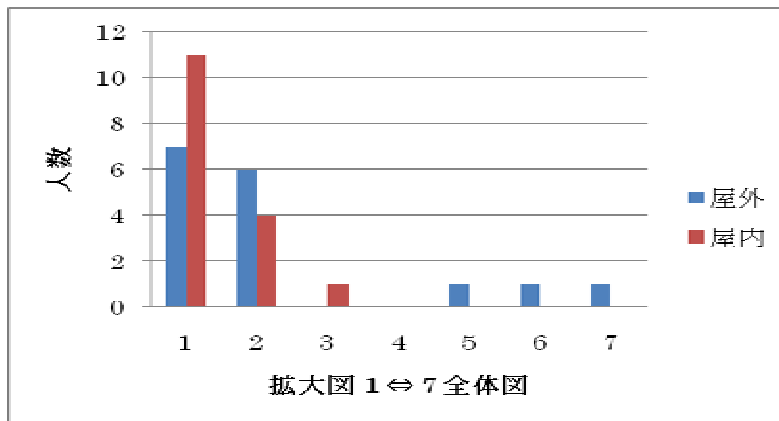


図 2 - 2 3 [一般公開問 1] 問 1 の結果

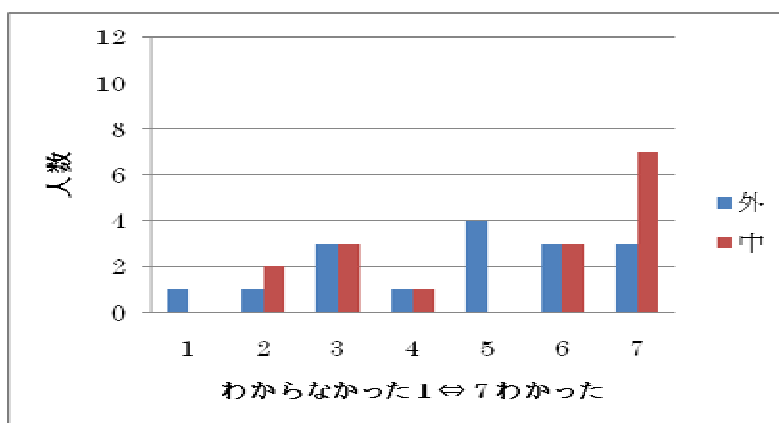


図 2 - 2 4 [一般公開問 2] 問 2 の結果

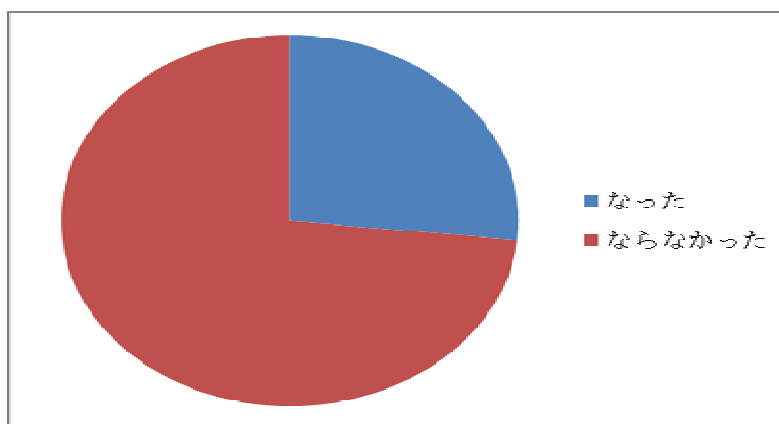


図 2 - 2 5 [一般公開問 3] 問 3 の結果

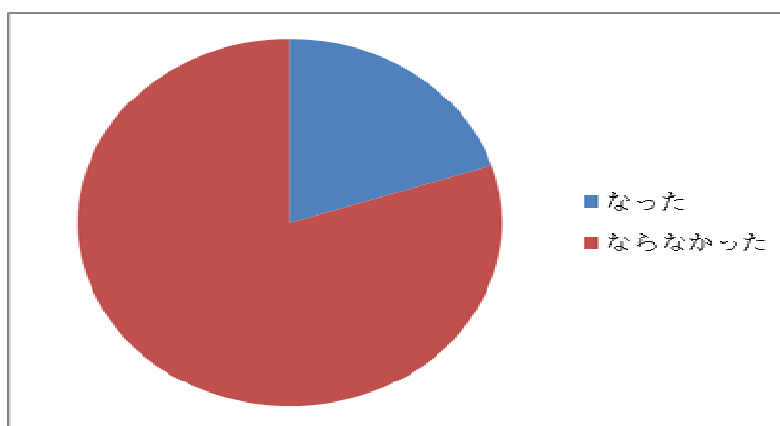


図 2 - 2 6 [一般公開問 4] 問 4 の結果

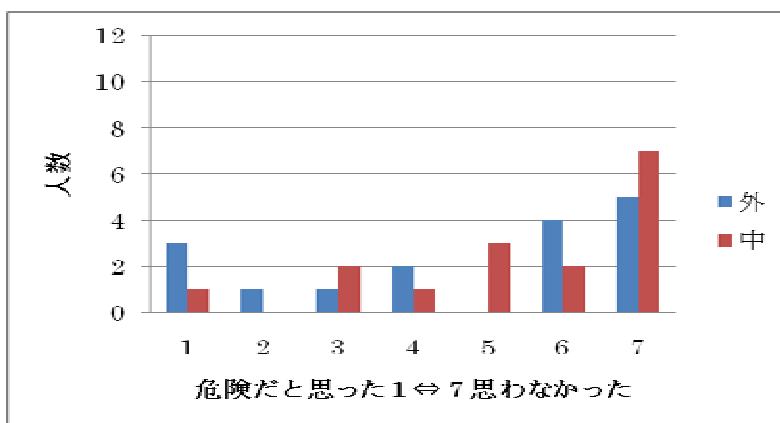


図 2 - 2 7 [一般公開問 5] 問 5 の結果

### 2.4.3 考察

屋内について全体図を確認した被験者が少ないことについては、屋外ではナビゲーション中に目印となるランドマークが少なく、拡大図に表示される範囲では現在地を把握するのが困難であったため、全体図も同時に確認したためだと考えられる。これは結果にあるとおり、屋外で全体図を見たと回答した被験者は屋外で迷ったことのあることから伺える。また、過去の科学技術館での実験においても、迷った時に全体図で位置の確認がしたいという意見があったため、自己位置が分からなくなった時に被験者に対して全体図を提示することは有効であると考えられる。なお、提示した地図が屋外中心であったことが上記の評価に影響を与えている可能性は残されている。

また、問 5 の結果から屋外では危険を感じず、屋内ではどちらとも言えないという評価が得られているのは、当日屋外では自動車の通りが少なく人もあまり密集しておらず比較的周りを気にせず移動することができたが、屋内は大変混雑しており移動が大変であったためこのような結果となったと考えられる。

## 2.5 展示説明コンテンツに関するヒアリング調査

### 2.5.1 実展示と展示説明コンテンツの特徴と必要性

展示説明コンテンツの位置づけや作成方法、提示方法などに関する知見を深めるため、科学技術館の職員の方々を対象としたヒアリングを2度に渡り実施した。本節では、各ヒアリング調査の結果について紹介する[文献筑波大卒論]。

### 2.5.2 第一回ヒアリング調査

2008年10月16日のヒアリング調査では、事業部主任と説明員の合計2名にご協力いただいた。その際に得られたコメントを下記に列挙する。

- 現状の実展示の説明・解説の方法に関しては明文化されておらず、新人研修の中で先輩とディスカッションを行いながら解説の流れを覚えていくようになっている。
- 解説方法は日々の勉強や来館者との対話に基づいて更新されており現場で変わっていく。
- その解説方法は説明員が所有しているノートに記録されているものもある。
- 毎日の意見交換(夕令)で説明員間の情報共有はなされている。
- 様々なノートやメモがあり、また説明員全員が揃うことはないため情報共有のための蓄積や検索ができるシステムがあればいい

ワークシートに関しては、説明員が勤務時間内に独自で自主的に作成を行っている(図 2 - 28 [ワークシート 1]、図 2 - 29 [ワークシート 2])。作成コンセプトは、その展示に対して先入観を持たせないために展示やその周辺への表示は付けず、“どのようなものであるか”を考えさせるように作られている。

例えば図 2 - 28 [ワークシート 1]のように、実展示の写真を使用してその展示についての体験の方法を示唆しているが、結果等は表記せず説明員に尋ねるように設計されており、説明員との会話のきっかけとなるようにも作られている。また図 2 - 29 [ワークシート 2]のように範囲をフロアまで広げ、すみずみまで来館者に体験してもらうように作成されている。こちらもワークシートには答えは書かず、説明員に尋ねるようになっている。

何がいのかな?  
かんさつ 観察してみよう!



みつけたもの、特徴



ぶんしん 分身の体!?



あなたは何人にふえますか?

一人  
くうちゅう 空中浮遊の体  
\*ここでは空中浮遊の体  
もどきますよ!

車を見ながら  
↑にそって近づいてみよう!



何が起るかな?

さくはな 逆に離れていくみよう!  
(後ろに注意してネ)

FOREST  
探検ガイド



春? 夏? 秋? 冬!?



あなたなら何に  
たとえますか?

- ・みどり...
- ・きいろ...
- ・あか...

見つけたこともおしえてネ!

気になること、わからないことはどんどん聞いてみよう!

図 2 - 28 [ワークシート1] 科学技術館の説明員が作成したワークシートその1





図 2 - 29 [ワークシート2] 科学技術館の説明員が作成したワークシートその2

### 2.5.3 第二回ヒアリング調査

2008年12月26日のヒアリング調査では、説明員3名にご協力いただき、iPhoneのアイデアスケッチアプリであるZepto Pad[URL Zepto Pad]をコンテンツ生成ツールとして用いた場合の使用感に関して調査を実施した。Zepto Padを用いたコンテンツの典型的な作成方法としては、iPhoneのカメラ機能で実展示などの解説したいものを撮り、そこに文字や絵を重畳していく方法がある。

これにより、説明員が簡単にコンテンツを作成し公開できるようになると考えたが、インタビューでは、このような機器への慣れは個人差が大きく、誰もが簡単に使用できるようになるのは難しいというコメントが得られた。また、操作説明マニュアルが必要であるが、紙媒体よりもビデオチュートリアルのように実際に操作しているところを見せる方が有効ではないかというコメントもあった。

しかし、そのような不慣れな機器でかつ限られた時間の中、一か月の間にコンテンツを50点近く作成していただいた。それらのコンテンツはワークシートと同じように実展示の導入を行うように作られていた。また、1つの実展示に対して数点のつながったコンテンツを作り解説しようとするものもあった。

Zepto PadのようなモバイルITツールがコンテンツの作成支援に適切であるかどうかを結論付けるのは早急であるが、このようなツールとモバイルガイドシステムの組み合わせによって、従来のワークシートの作成・配布方法と同等、もしくはより簡単にコンテンツを作成・提供できると考えられる。そのため、コンテンツの量が増加することが容易に想像される。

## 2.6 地図や位置に基づくコンテンツの提示方法に関する調査

### 2.6.1 コンテンツの提示方法の現状

前節で述べたように、コンテンツの量が容易に増えていくことが予想される。しかし、昨年度までのユーザインタフェースは、地図上に配置されたコンテンツのアイコン（プレスマーク）をただ表示しているだけである(図 2 - 3 0 [H19 プレスマーク])。そのため、ある場所のコンテンツの数が多ければアイコン同士が重なり、そこにどのようなコンテンツがあるかが見えなくなる。また、アイコンの表示が重なることで、ユーザが意図したコンテンツを選択することが困難となる。このように、コンテンツが密集している場所では使いにくいものとなっている。

また、コンテンツの再生に関しては、ユーザの位置・方位、コンテンツの再生可能範囲・方位を用いた単純な再生制御を行っている。そのため、コンテンツが密集している場所では不必要なタイミングでコンテンツが表示されてしまう場合もある。



図 2 - 3 0 [H19 プレスマーク] 密集しているアイコン

### 2.6.2 調査結果

前節の問題を軽減する方法を検討するために、P Cやモバイル端末を用いた既存のG I Sアプリケーションやサービスにおける地図や位置に基づくコンテンツの提示方法を調査した[文献筑波大卒論]。この調査で着目した点は以下の通りである。

1. 地図外でコンテンツをどのように提示しているか
2. 地図内でコンテンツをどのように提示しているか
3. コンテンツを提示するために使用されている属性は何か

以下、PCやモバイル端末を用いたGISアプリやサービスを調査した結果について述べる。

着目点1について:コンテンツのリストは画面の左右(図 2 - 3 1 [GIS リスト左]、図 2 - 3 2 [GIS リスト右])、もしくは下(図 2 - 3 3 [GIS リスト下])に一覧として表示されている[URL Yahoo][URL 地図ログ][URL ongmap]。地図上に配置されているのはアイコンのみであり、そのアイコンが示す固有の情報は表示されていないものが多い。アイコンとコンテンツの対応付けとしては英数字を割り振って行う方式が多かった。

着目点2について:アイコンの形は吹き出し型と種類を表現した記号型の2種類があった。重なっているアイコンに関しては、Google Earth[URL Google Earth]では重なっているアイコンをまとめて表示し、一度クリックするとそこに含まれているアイコンが分散し選択できるようになっている(図 2 - 3 4 [GIS アイコン分散])。LiveSearch[URL LiveSearch]では重なって下に表示されているアイコンも、カーソルがロールオーバーすると上に表示されるようになっている。また、地図上に表示するコンテンツ数を制限し見やすく表示しているものもある(図 2 - 3 5 [GIS ロールオーバー])。



図 2 - 3 1 [GIS リスト左] リスト左の例(Yahoo 地図)



図 2 - 3 2 [GIS リスト右] リスト右の例(地図ログ)



図 2 - 3 3 [GIS リスト下] リスト下の例(ongmap)

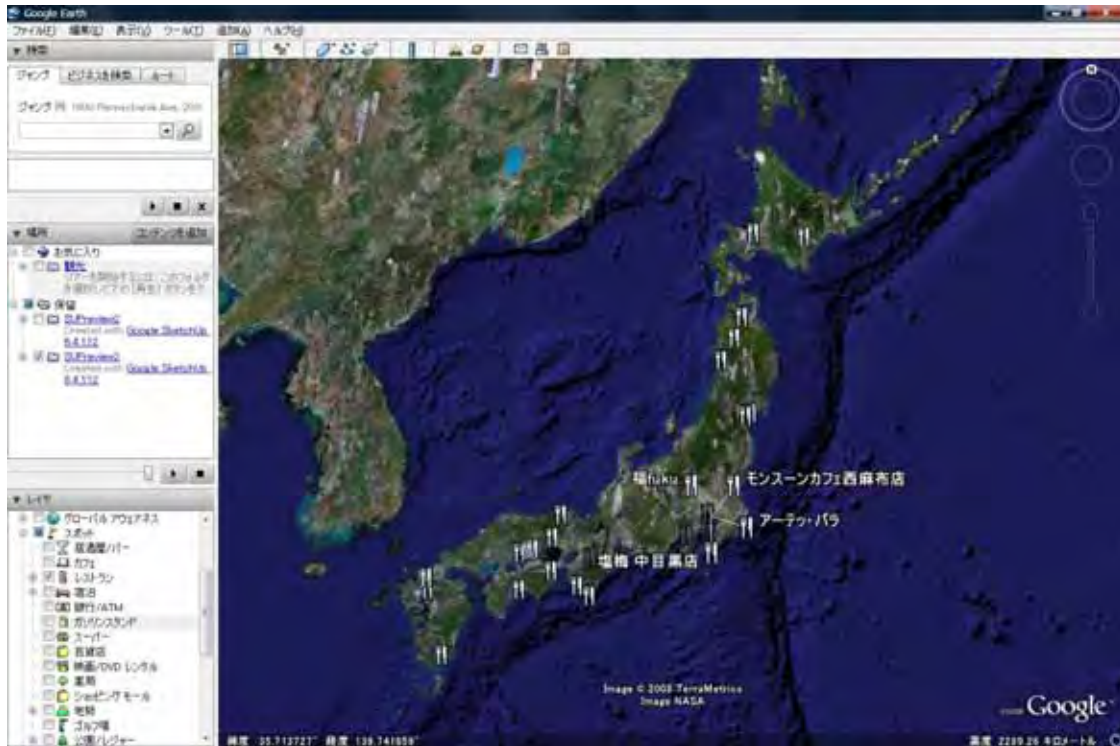


図 2 - 3 4 [GIS アイコン分散] アイコンの分散表示(Google Earth)



図 2 - 3 5 [GIS ロールオーバー] リスクロールオーバーでのアイコンの変化 (Live Search Maps)

着目点 3 について：ユーザの状況に応じてコンテンツを提示することが重要となるなかで、現状の各サービスでは、先に出すコンテンツを決定する要因となる属性として何を採用しているかについて調査した。その結果、どのサービスにおいても、位置情報、コンテンツの名称・種類が採用されていた。それ以外の属性としてはユーザの評価やコンテンツの作成された時間が採用されている場合もあった。

また、モバイルに関する調査としては、今後の実験の展開と合わせるために iPhone 上

で利用されることを前提とした地図サービスについて調査した。この調査で着目した点も上記と同じである。

iPhone に関する位置に基づく情報サービスの特徴としては以下の点がある。地図上に配置されているのはアイコンのみであり(

図 2 - 3 6 [モバイル GIS アイコン])、そのアイコンが示す固有の情報は表示されていない。そして、それらの情報は別画面で提示するようになっている(図 2 - 3 7 [モバイル GIS リスト])。



図 2 - 3 6 [モバイル GIS アイコン] iPhone のアプリ (Yahoo 地図) でのアイコン表示



図 2 - 3 7 [モバイル GIS リスト] iPhone のアプリ (Yahoo 地図) でのリスト表示

### 2.6.3 考察

以上の調査結果から、地図上でのコンテンツ提示の方法を以下の 4 つのタイプに分類した。

1. iPhone で動作する食べログや Yahoo 地図などのアプリのように、表示されている地図の範囲内のコンテンツを吹き出し状のアイコンで提示するタイプ(図[モバイル GIS アイコン])。それらの説明はクリックするまでわからないが別画面に遷移することで、表示されているコンテンツをリストで表示し閲覧することが可能である(図[モバイ

ル GIS リスト)。

2. Yahoo 地図やアトラス[URL ALPSLAB]の地図サービスのように表示されている地図の範囲内のコンテンツをアイコンで提示し名称は表示せず、何が表示されているかは画面の左右にリスト表示するタイプ(図 2 - 3 1 [GIS リスト左]、図 2 - 3 2 [GIS リスト右])。アイコンとリストはアルファベットや数字で対応がつくようになっている。
3. Google Earth のようにコンテンツのアイコンの近くに名称を表示するタイプ(図 2 - 3 4 [GIS アイコン分散])。また、表示したいコンテンツの種類をレイヤ単位で選択・重ね合わせすることが簡易にできる。さらに、テキストや住所などの横断的な検索によって候補を一覧で表示することもできる(図 2 - 3 8 [GIS 検索])。
4. ALPSLAB\_photo[URL ALPSLAB2]や flickr map[URL flickr]のように、表示されている地図の範囲内のコンテンツをアイコンで提示し、画面の下にコンテンツのサムネイルを含むリストを表示するタイプ(図 2 - 3 9 [GIS 写真])。

上記は、モバイル端末かそうでないか(1.かそれ以外か)で大きく分類することができる。モバイル端末においては画面サイズの制限を克服するために、専用アプリでは一覧を別画面で表示させるような設計になっている。今後は、PC 向けに作成された地図サービスをモバイル端末で使用するによってどのような不具合があるかについても調査し、それらの知見からモバイル科学ミュージアムガイドを設計していきたいと考えている。

なお、次節で述べる今年度の iPhone 用ガイドアプリも、上記タイプ 1 と同様、地図とコンテンツが別画面で表示される構成で実装されている。これは画面サイズの制約の他に、さまざまな実装コストに起因する制約によるところが大きい。上記の各事例も個々の制作者がその設計が必ずしも最適であるとは考えておらず、やはり実装コストなどの要因も最終仕様に影響したのではないかと想定される。来年度以降の実運用に向けた取り組みにおいても、このような要因がインタフェース設計に影響を及ぼすことを考慮に入れた研究開発を行う必要があるであろう。





## 2.7 本年度の科学館学習支援システム実験

### 2.7.1 実験目的

2節で述べたように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を実現すべき課題であり、今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、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、昨年度の実験のように三次元アニメーションを用いた表現をより多くの展示に適用するためには、現状では説明員への聞き取り調査に始まり、展示誘導の設計、モデリング、アニメーションの作成まで、そのトータルの人的コストが比較的大きい。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、5節で述べたように今年度は体験誘導コンテンツも従来から利用されているワークシートを電子化した静止画と、iPhone のアプリケーションソフト Zepto Pad を利用して写真と文字からなる静止画として作成し、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。

### 2.7.2 実験システム構成

#### 2.7.2.1 ハードウェア構成

本実験の被験者は、図 2 - 40 [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する。

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。通常、センサデータは Wi-Fi ネットワーク経由でサーバに送信されるが、ネットワーク切断時には micro SD カードに蓄積され、ネットワーク通信回復時に再送信される機能が実現されている。

### 2.7.2.2 インフラ

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。



図 2 - 4 0 [利用者端末] iPhone とセンサモジュール



図 2 - 4 1 [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  
(50mm × 28mm × 11mm)

RFID による位置補正手法について、今年度は、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 2 - 4 1 [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。図 2 - 4 2 [アクティブ RFID タグ配置図] に今年度の実験におけるアクティブ RFID タグの配置場所を示す。



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。

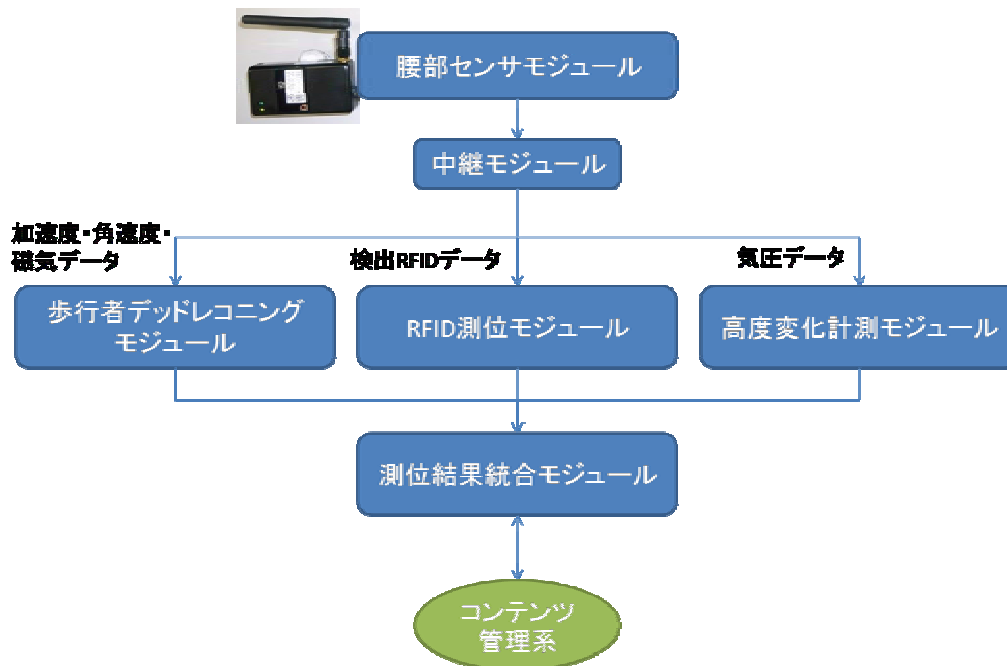


図 2 - 4 3 [測位系] 測位系概略図

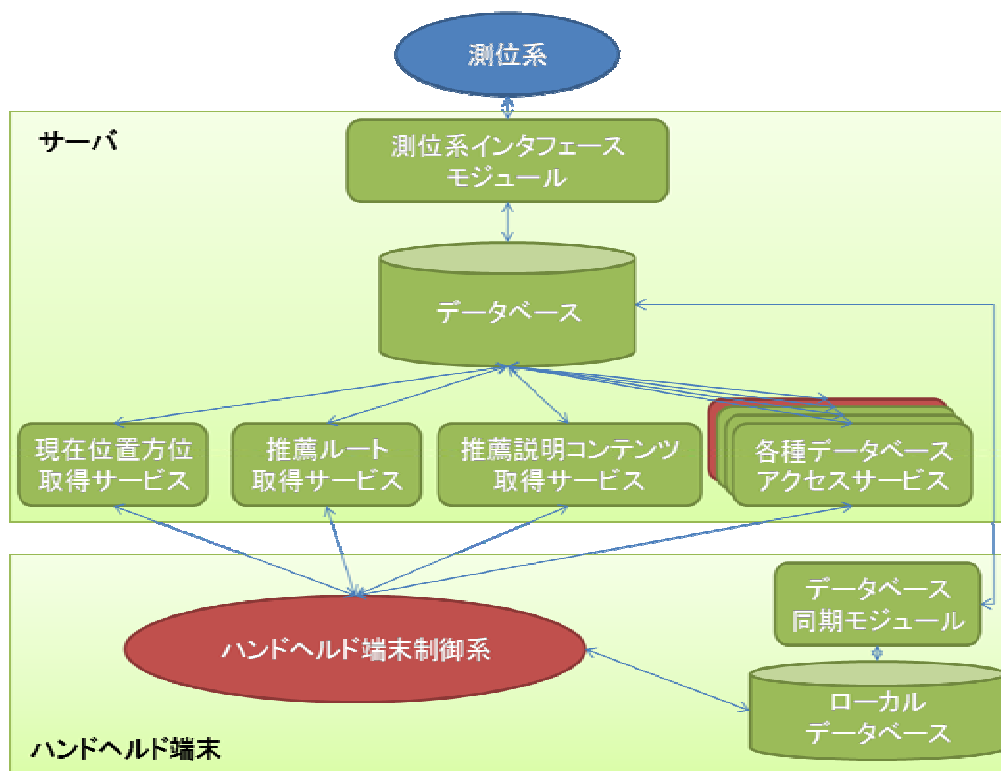


図 2 - 4 4 [コンテンツ管理系] 地図・推薦ルート・体験誘導コンテンツを管理するコンテンツ管理系の概略図

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る。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する。

### 2.7.3 コンテンツ

科学技術館の各階の地図は、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(図 2 - 4 2 [アクティブ RFID タグ配置図]参照)。説明コンテンツについては4節で既に述べたように、昨年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 2 - 4 5 [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 Zepto Pad を用いて説明員や実験スタッフが作成したコンテンツを使用した。実際に実験で用いられた全説明コンテンツについては付録 2 に掲載する。

各説明用コンテンツには、利用者が現地近くに到着しその方向を向いてしばらくその周辺に滞留した場合など、いくつかの条件に当てはまる場合に画面上に提示されるように属性が与えられている。また、場所、方向、観察可能範囲、関連展示室、体験のタイプ(触れて、見て、聞いて、動いて)の属性も付与された。



図 2 - 4 5 [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



図 2 - 4 6 [Zepto Pad コンテンツ] 説明員が作成した体験誘導コンテンツの例

#### 2.7.4 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。この際、他の iPhone アプリケーションと統一感のある操作で本システムを利用できるように配慮した。

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、昨年度までに用いた三次元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、擬似三次元表現を用いた二次元 GUI を用いた。

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、今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る。

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ー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 2 - 4 7 [手動回転 GUI]参照)。

自動モードは、基本的には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る。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昨年度の実験と同様に、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 2 - 4 8 [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 2 - 4 9 [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 2 - 5 3 [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、今年度は地図上のアイコンを直接タッチする手動選択により内容を確認できるようにした。



図 2 - 4 7 [手動回転 GUI] 画面下部のスライダーを操作することで地図の回転を制御する。



図 2 - 4 8 [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 2 - 4 9 [自動縮尺] 測位系の不確かさに基づき縮尺が変化する様子

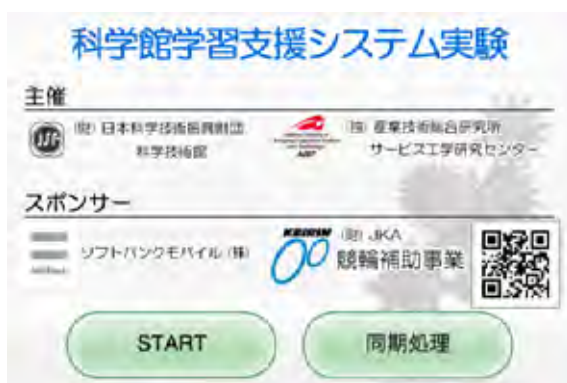


図 2 - 5 0 [スタート画面]



図 2 - 5 1 [ログイン画面]



図 2 - 5 2 [ユーザ登録画面]

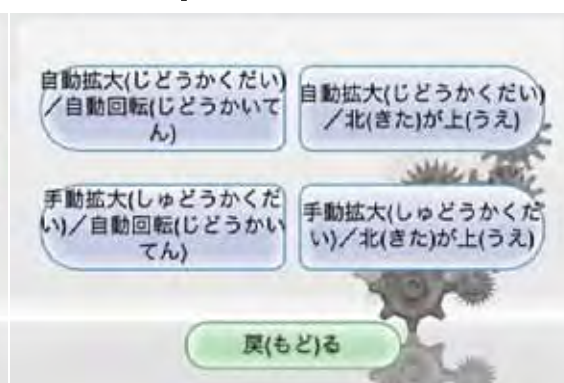
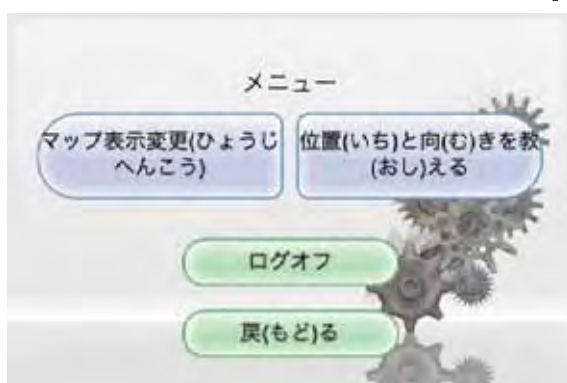


図 2 - 5 3 [マップ表示変更メニュー] ナビモード中の画面右下の「メニュー」ボタンタッチにより図左の「メニュー」画面へ遷移。「マップ表示変更」ボタンタッチにより図右の選択画面へ遷移。モード遷移の詳細については後述。

#### 2.7.4.1 初期操作

iPhone アプリケーションを起動して最初の操作は、実験開始のボタンのタッチ(図 2 - 5 0 [スタート画面])となる。その後、「はじめて」ボタンのタッチにより(図 2 - 5 1 [ログイン画面])アカウントの作成を行う(図 2 - 5 2 [ユーザ登録画面])。次に、3箇所の目的地をリストから選択し、歩行個人パラメータ取得についての操作をすることで実験の



初期設定を行う。実運用に向けて、一度ユーザ登録した後は個人パラメータを記録しておきログイン画面の「ログイン」ボタンのタッチによりログインしてパラメータを再利用・再編集可能とした。

#### 2.7.4.2 モード遷移

ナビスタート後のモード遷移を図 2 - 5 4 [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チ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。

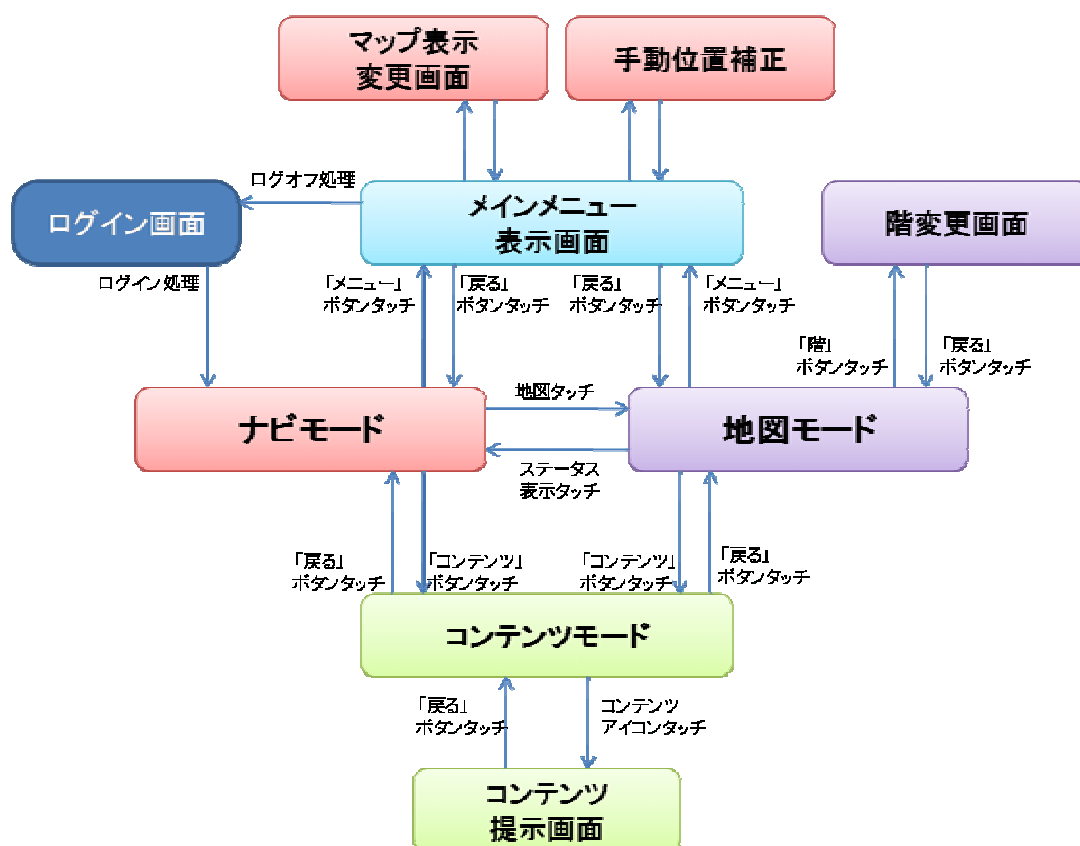


図 2 - 5 4 [モード遷移] ナビモード、地図モード、コンテンツモードの3モードの遷移を基本とする。

#### 2.7.4.3 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ルート表示が自動更新される。メイン画面中の

「メニュー」ボタンタッチにより図 2 - 5 3 [マップ表示変更メニュー]左の画面写真に示されるメインメニューを表示する。また、「コンテンツ」ボタンタッチによりコンテンツモードへ、表示中の地図エリアをタッチすることで地図モードへそれぞれ遷移する。

#### 2.7.4.4 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」ボタンタッチによりメインメニューを表示し、「コンテンツ」ボタンタッチによりコンテンツモードへ遷移する。「階」ボタンをタッチ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 2 - 5 7 [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チすることで、ナビモードへ遷移する。



図 2 - 5 5 [コンテンツ提示画面] グループアイコンのタッチ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チ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。



図 2 - 5 6 [位置補正画面] 直前に表示された地図の中央を現在位置、画面上方を進行方向として補正情報をセンサに通知する。



図 2 - 5 7 [階選択画面] 表示したい階を選択後、「戻る」ボタンタッチにより地図モードへ戻る。

#### 2.7.4.5 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チすることで、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る(図 2 - 5 5 [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。

#### 2.7.4.6 現在位置と方向の対話的修正

メインメニューから「位置と向きをセンサに教える」を選ぶことで、その直前に表示されていた地図画面中央の位置を現在位置、画面上方の方位を現在の方位としてセンサに補正情報を入力する機構が実現されている。これにより現在位置方位の対話的修正が可能である(図 2 - 5 6 [位置補正画面]参照)。



図 2 - 5 8 [受付] 実験期間中、4F シンラドーム横に受付を設置し、受付・実験の初期設定・実験終了後のアンケートとインタビューを実施した。また、科学技術館の3次元地図上に各被験者の現在位置を表示した。

### 2.7.5 実験設定と手順

本実験は、平日1日間、休日3日間の計4日間実施することとした(2008年3月19日(木)~22日(日))。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、及びシステム調整のために1組の被験者につき1人の付き添いを割り当てた。

各被験者は昨年同様4階に設置された受付(図2-58[受付])で実験を開始し、前述のように、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。実験時間としては、1時間程度を想定したが、特に強制はしなかった。また、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は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。

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(図2-60[体験誘導例]は得られたログ映像の一例)。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。

各被験者は試行開始前に、実験に関する事前説明を受け、実験参加に関する同意書(付録1.3)と、写真や映像の公表についての承諾書(付録1.4)への署名をした。説明は、付録1.2に示す説明書(本実験は説明書記載のA~DのうちのA、Bに相当)を参考にしながら行われた。

最短ルートについては本年度も、評価条件を各被験者において揃えるためになるべくコースに従うように伝えた。各被験者には、試行終了後、付録3に示すアンケート用紙への記入と、数分のインタビューをお願いした。アンケートの質問は全51問であった。

### 2.7.6 実験告知と被験者

今年度の実験では、被験者は予約制とし、実験の告知を事前に行い被験者を募集した。予約の入らなかった時間帯については当日受付を行った。実験の告知は、科学技術館メールマガジンの配信[文献科技館 ML 告知]、科学技術館ウェブサイトでの告知[文献科技館 Web 告知]、産総研ウェブサイトでの告知[文献産総研 Web 告知]によって行い、図2-59[告知]に示すような告知内容を掲載した。受付では、図2-58[受付]に示すようにプロジェクタで科学技術館の3次元地図上への各被験者の現在位置表示デモを壁に投影し、来館者に興味を持ってもらえるように配慮した。また、実験参加のモチベーションを高めるために、被験者には図書カードを進呈することとした。

## 「iPhoneを使った科学館学習支援システム実験」参加者募集

### 「iPhoneを使った科学館学習支援システム実験」参加者募集のお知らせ

[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](#)は、科学技術館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。

下記のとおり「iPhoneを使った科学館学習支援システム実験」を実施いたしますので、ぜひご参加ください。



実施期間：2009年3月19日(木)～22日(日)

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時間程度の科学技術館見学をしていただきます。

見学後、5～10分程度のアンケートやインタビューにご協力ください。

参加費： 無料(ただし入館料が必要です)

参加方法：「iPhoneを使った科学館学習支援システム実験」係  
(jsfnavi-info@m.aist.go.jp)に、下記についてご明記の上、お問い合わせください。折り返しご連絡いたします。

- ・氏名
- ・年齢
- ・性別
- ・職業もしくは学年
- ・参加動機
- ・参加希望日時(できるだけ複数の日時候補をご明記ください)
- ・備考(同行者など)

なお、問い合わせ状況によってはご参加いただけない場合もありますので、あらかじめご了承ください。

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。

(一部学会などの発表に使わせていただくことがあります。)

昨年の実験風景を下記に掲載しています。(18～20ページ参照)

[http://www2.jsf.or.jp/00\\_info/pdf/ab\\_pu\\_200807\\_public.pdf](http://www2.jsf.or.jp/00_info/pdf/ab_pu_200807_public.pdf)

この実験は、競輪の補助金を受けて開催します。

問合わせ：「iPhoneを使った科学館学習支援システム実験」係  
jsfnavi-info@m.aist.go.jp

#### 図 2 - 5 9 [告知] 被験者募集の告知

女性6名、男性24名の計30名に被験者として協力していただいた。年齢別構成は、10歳代4名、20歳代8名、30歳代7名、40歳代8名、50歳代2名、60歳代1名となっており、さまざまな世代からのフィードバックが得られることとなった。なお、本年度は実験にiPhoneを用いることを告知していたため、特に平日(3/19)は調査目的と思われる社会人からの申し込みが多くみられ、一部の方には休日での参加をお願いすることとなった。

#### 2.7.7 アンケート結果

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と考察を述べる。

問1 科学技術館に何回来館したことがありますか。

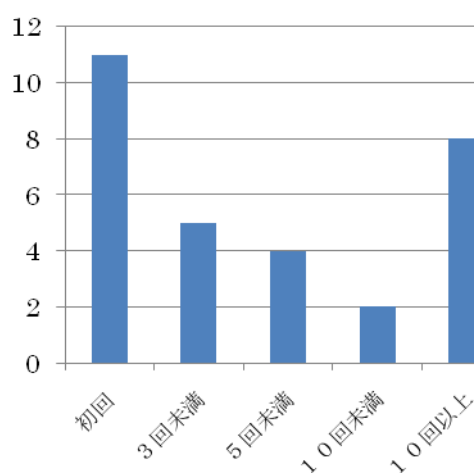
グラフ 2 - 1 [Q1]に集計結果を示す。実験にiPhoneを使用しているということで興味を持って応募した被験者と、科学技術館のリピーターの両方からの応募があり、初回と来館10回以上の被験者が多く参加したという結果となった。この結果から、科学技術館内の展示を全く知らない被験者から何度も体験したことのある被験者まで幅広いフィードバックを得ることができたことが分かる。

問2、問3では被験者のITリテラシーを確認するための質問を行った。

問2 普段以下のような携帯端末を利用していますか。(複数回答)

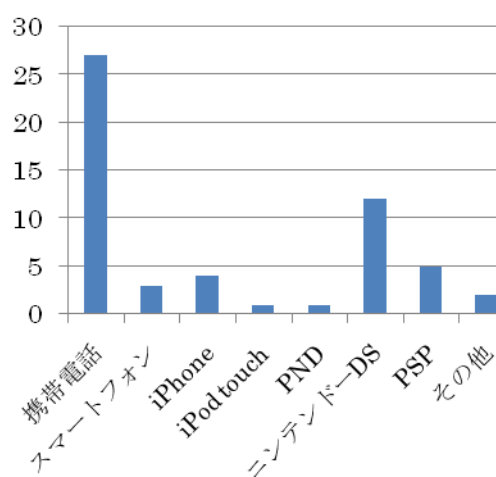
グラフ 2 - 2 [Q2]から、被験者の多くは携帯電話を使用し慣れており、携帯情報端末の扱いにそれほど不慣れではないと考えられる。「その他」の2名は iPod を使用していると回答している。普段 iPhone/iPod Touch を使用しているユーザの意見も得ることができたという点で興味深い。

Q1:来館回数



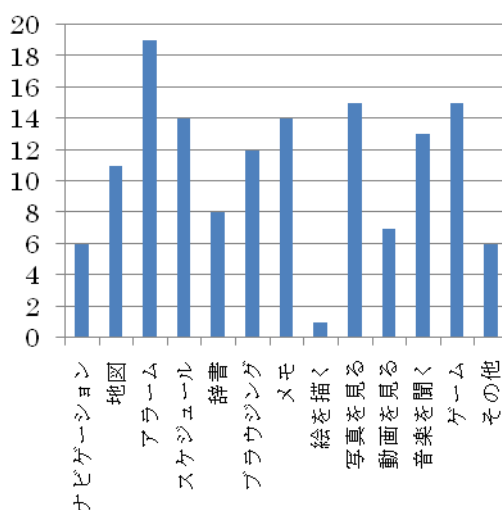
グラフ 2 - 1 [Q1]

Q2:普段使用している端末



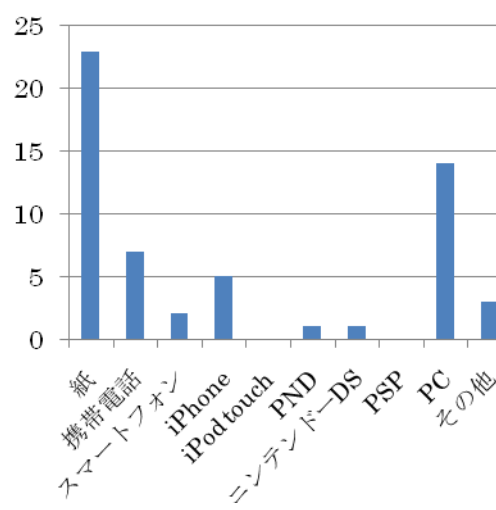
グラフ 2 - 2 [Q2]

Q3:普段使用している機能

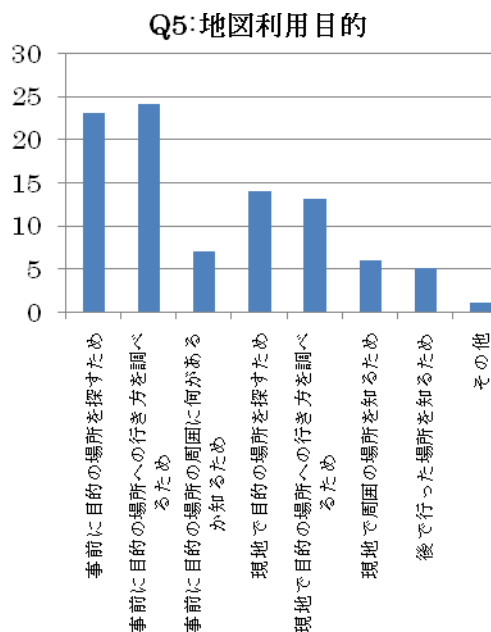


グラフ 2 - 3 [Q3]

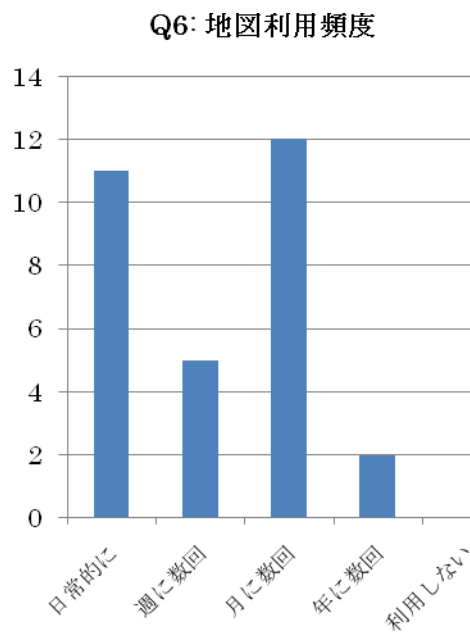
Q4:普段使用している地図の媒体



グラフ 2 - 4 [Q4]



グラフ 2 - 5 [Q5]



グラフ 2 - 6 [Q6]

問3 上記の端末でどのような機能・アプリを利用していますか。(複数回答)

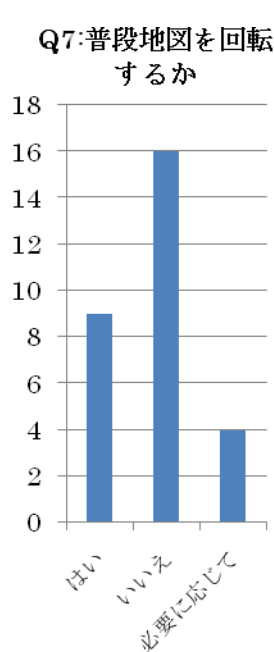
グラフ 2 - 3 [Q3]に集計結果を示す。携帯端末上で普段ナビゲーション機能を利用する被験者が 19%、地図機能を利用する被験者が 35%いることが分かり、科学館学習支援システムにおけるナビ機能の概念が受け入れられる社会環境が整ってきているものと考えられる。また、ブラウジング、写真を見る、動画を見るなど、情報取得や映像閲覧の手段としても携帯情報端末が利用されている様子がうかがえる。

以上の問 2、問 3 の結果から被験者の IT リテラシーは本実験を遂行する上で特に問題にならなかったと考えられる。

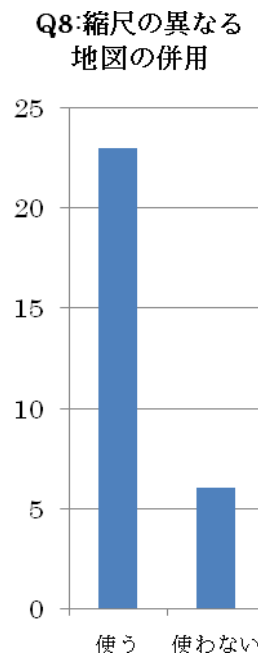
問 4 から問 8 は普段の地図の使用方法や使用状況について調査する質問であった。

問4 普段地図をどのような媒体で利用していますか。(複数回答)

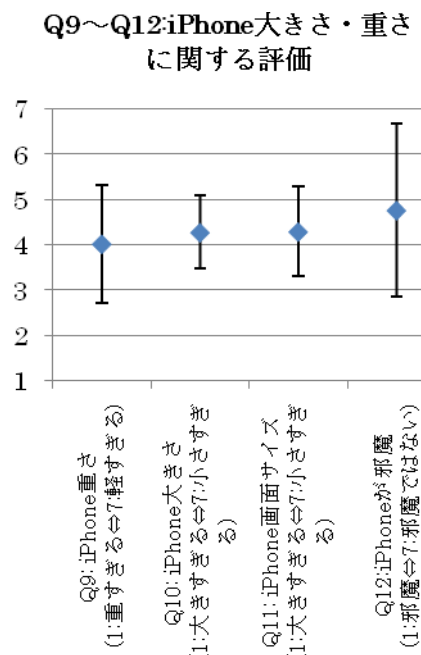




グラフ 2 - 7 [Q7]



グラフ 2 - 8 [Q8]



グラフ 2 - 9 [Q9～Q12]

問5 どのような目的で地図を利用することが多いですか。(複数回答)

問4、問5の結果(グラフ 2 - 4 [Q4]、グラフ 2 - 5 [Q5]参照)から、紙やPCの画面で目的地の場所や行き方を事前に調べておく目的で地図を利用する被験者が75%近くいたことが分かると同時に、40%以上の被験者が、現地でも場所の確認や行き方を確認するために地図を利用していることが確認できた。

問6 地図を利用する頻度はどの程度ですか

地図の利用頻度については月に数回、日常的に利用、という回答が最も多くなった(グラフ 2 - 6 [Q6]参照)。被験者が普段から地図を利用して、今回の実験でハンドヘルド端末上に表示される地図を閲覧するにあたって特に問題がないことを確認した。

問7 地図を見るときに進行方向が上になるように地図を回転させますか。

普段の地図の使用時において、地図を回転しないと回答した被験者と、回転する・必要に応じて回転すると回答した被験者の比はおおよそ半々であった(グラフ 2 - 7 [Q7]参照)。必要に応じてと回答した被験者に理由を確認したところ、現地で確認する場合に回転する(2名)北を上にした地図が分かりにくい時だけ回転する、目的地が上になるように

回転するという意見が得られた。

問8 地図の縮尺の大きなものと小さなものを併用して使いますか。

普段縮尺の異なる地図を併用するかとの質問に対しては 75%以上の被験者が併用すると回答した(グラフ 2 - 8 [Q8]参照)。併用すると回答した被験者にその利用方法を尋ねると、駅から目的地までなど比較的広い範囲での位置関係を知る場合と、目的地周辺の詳細な情報を知る場合など状況に応じて使い分けしているという回答がほとんどであった。

問 9~問 11 は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質問で、7段階評価で回答させた。また、問 12 では体験中に iPhone が邪魔になったかどうかを、同様に7段階評価で回答させた。それぞれの質問に対する平均値と標準偏差をグラフ 2 - 9 [Q9~Q12]にまとめて示す。

問9 体験中に iPhone が重いと感じましたか。

問10 iPhone の本体の大きさをどう感じましたか。

問11 iPhone の画面サイズの大きさをどう感じましたか。

問12 実際の展示を体験中に iPhone が邪魔になりましたか。

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・大きさであるという印象を被験者が持っていることを示しており、前年度までの実験に用いていたハンドヘルド端末の印象から大きく改善されたことを示している。

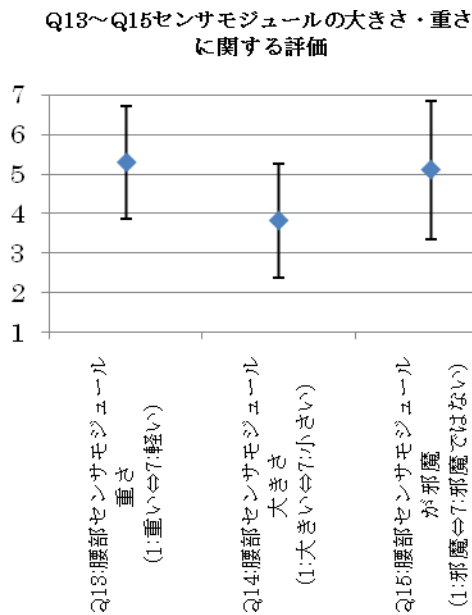
全体としてはどちらとも言えない(評価値平均 4.7)という結果ではあるが、被験者からの回答結果の分散が大きく、重さ・大きさが適切であっても邪魔であるとの回答から全く邪魔にならないとの回答まであり、被験者の意見が分かれる結果となった。

問 13~問 15 については腰部センサモジュールの大きさ・重さに関する質問であった。

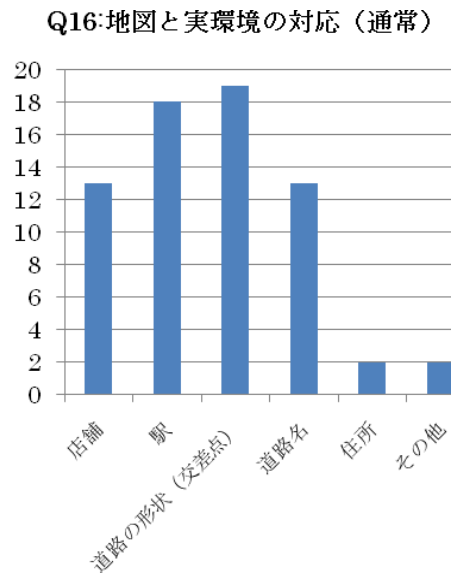
問13 腰に装着していたセンサ類を重いと感じましたか

問14 腰に装着していたセンサ類を大きいと感じましたか。

問15 体験中に腰に装着していたセンサ類が邪魔になりましたか。



グラフ 2 - 1 0 [Q13~Q15]



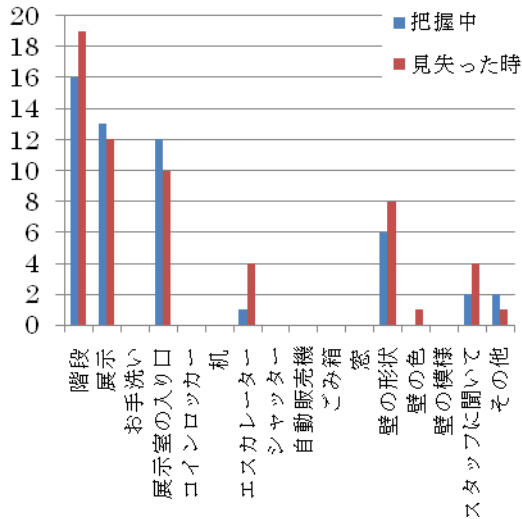
グラフ 2 - 1 1 [Q16]

結果をグラフ 2 - 1 0 [Q13~Q15]に示す。回答欄への記述を「重すぎる」「軽すぎる」ではなく「重い」「軽い」の7段階評価としていたためか、重さについてはやや「軽い」と回答する傾向が見られた。大きさに関しては「大きい」「小さい」のどちらでもないとの結果が出ている。また、腰部センサについては邪魔ではないと回答する傾向がみられた。

問 16、問 17 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。

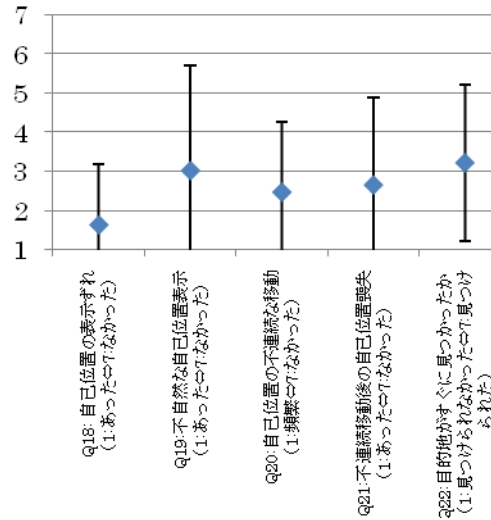
問16 地図と現在位置との対応をとる時に何を目印としますか。(複数回答)

Q17:地図と実環境の対応（実験中）



グラフ 2 - 1 2 [Q17]

Q18～Q22: 自己位置表示・目的地に関する評価



グラフ 2 - 1 3 [Q18～Q22]

問17 今回の体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）

- ・自分の位置を把握しているとき
- ・自分の位置を把握していないとき

問 16 の結果から普段利用する手がかりとしては道路に関する情報や駅・店舗といった大きな建造物の情報が利用されていることが確認された( **グラフ 2 - 1 1 [Q16]**参照)。また、本実験中においては階段・展示・展示室の入り口・壁の形状といった比較的大きな構造物を実環境と地図の対応付けに用いていることが確認できた( **グラフ 2 - 1 2 [Q17]**参照)。自己位置の把握中に対応を確認する場合と自己位置を見失った時に改めて環境と地図を見比べる場合に、ほぼ同じ手がかりが利用された様子がうかがえる。

これに対して、壁にテクスチャとして用意されていた自動販売機や窓、コインロッカーといった情報はほぼ利用されていないという結果となった。これらテクスチャ上の情報については本当に利用されていないのか、無意識のうちに利用されているのか、それとも今回の実験で用いた地図データでは十分な解像度が得られずに利用できなかったのかについては追加の調査により確認する必要がある。

問 18 から問 21 までは地図上の自己位置・方位の表示に関する質問、問 22 については実験で設定した目的地がナビ機能などにより実際にすぐに見つかったかを調査した。

問18 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19 不自然な位置に現在位置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)

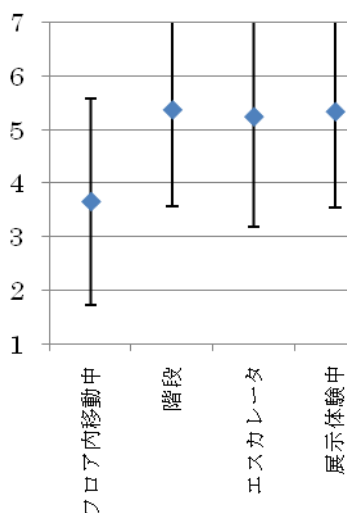
問20 現在位置がとんだと感ずることがどれ程ありましたか。

問21 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。

問22 目的地をすぐに見つけられましたか。

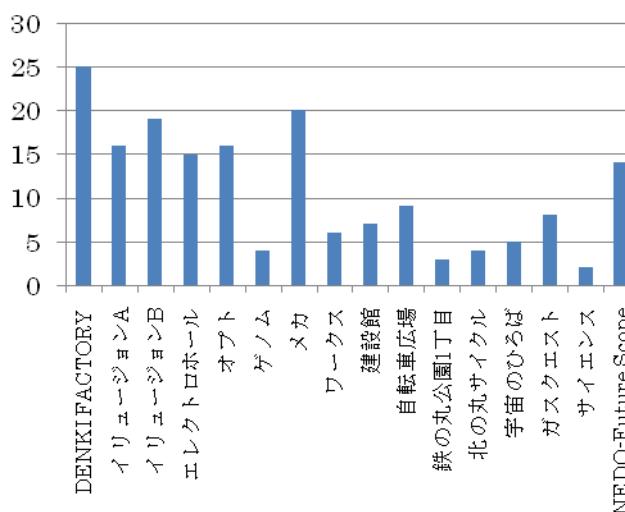
**グラフ 2 - 1 3 [Q18~Q22]**に結果を示す。問 18 の結果から、今年度の実験においては自己位置の表示ずれがあったとの評価を受けた。インタビューから、その主な原因は表示遅延と、断続的に起きたネットワーク切断による表示の更新の中断であることが分かった。ネットワーク切断による表示更新の中断は問 20、問 21 の不連続な移動の原因にもなっていた。

Q23:端末の画面と実環境のどちらをよく見ましたか  
(1:画面⇄7:実環境)



**グラフ 2 - 1 4 [Q23]**

Q24 面白かった目的地  
(1位:3点、2位:2点、3位:1点とした場合の合計得点)



**グラフ 2 - 1 5 [Q24]**

ここで問 21 の評価結果から、この不連続な表示が実際に自己位置意を見失わせるきっかけになっているという可能性を示しており、今後早急に解決すべき課題であることが確認された。

問 22 の目的地の見つけやすさについてもやや低い評価を受ける結果となった。インタビューでその原因を確認したところ、ネットワーク切断による推薦ルート更新の中断、展示室名が地図上で表示されていないことなどが原因として挙げられている。科学技術館の展示室名は比較的長い名称も多いため、展示室名を地図上に表示する場合には読みやすい大きさと、かつ、地図の観察の邪魔にならない大きさと表示する必要があり、今後検討を要する。

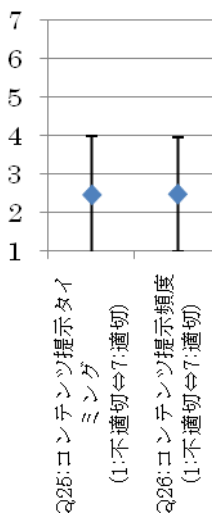
問23 端末の画面と実環境のどちらをよく見ましたか。(フロア内での移動中、階段、エスカレータ、展示体験中の各場所について回答)

昨年度の実験で端末のほうをよく見ていたとの評価結果が得られていたが、これが展示の体験中であれば実展示の体験のきっかけを奪うことになるのではないかとの問題意識から、今年度は移動中と体験中に分けての調査を行うことにした。グラフ 2 - 1 4 [Q23]に結果を示す。この結果から階段と展示体験中は主に実環境を、フロア内の移動中とエスカレータではやや画面の方をよく見ていたということがわかった。しかし、分散も大きく展示体験中も半分ほど画面を見ていたと答えた被験者もありインタビューの結果からより詳細にその原因を分析する必要がある。

問24 今回回った目的地の中でどの目的地が面白かったですか。面白かった順を教えてください。

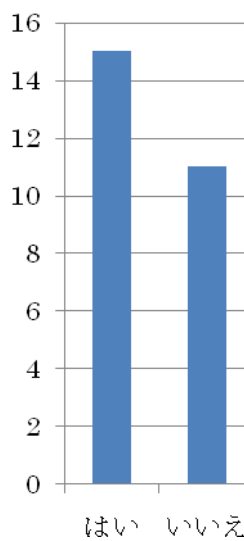
昨年度は体験誘導コンテンツの偏った配置により展示室の人気に影響が出るかを調べた。今年度は実運用に向けて実際に説明員とスタッフによる体験誘導コンテンツを全体に配置したことによる展示室人気の変化を確認するために調査を行った。グラフ 2 - 1 5 [Q24]は1位3点、2位2点、3位1点と知った場合の合計得点を示している。体験誘導コンテンツの設置数と展示人気の相関など詳細な検討は今後の課題として残されるが、オプト展示室の人气が昨年度に引き続き高いままである点は興味深い。

Q25・Q26:コンテンツ提示のタイミングと頻度について



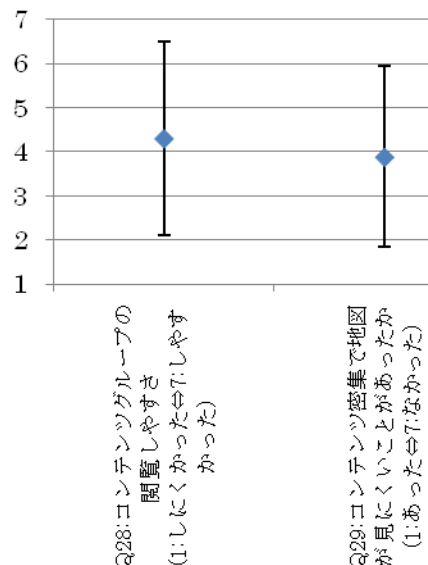
グラフ 2 - 1 6 [Q25~Q26]

Q27:コンテンツグループの内容を確認したか



グラフ 2 - 1 7 [Q27]

Q28~Q29:コンテンツグループ関連



グラフ 2 - 1 8 [Q28~Q29]

問 25、問 26 ではナビモードにおける自動でのコンテンツ提示の提示タイミングと提示頻度について質問した。

問25 コンテンツの表示した時のタイミングは適切でしたか。

問26 コンテンツの表示頻度は適切でしたか。

この結果、タイミング・頻度ともに適切でないという印象を与えたという結果になった（**グラフ 2 - 1 6 [Q25・Q26]**参照）。インタビューから、ネットワーク切断によってほとんど自動提示がなかった、展示を体験した後にその展示のヒントがあらわれた、実展示の体験中に何度か同じコンテンツの表示があった、という原因があげられている。一度自動提示したコンテンツは手動での再確認のみを許し、二回目以降は自動では提示しないなど、コンテンツ自動提示のタイミングと表示条件の再検討が必要であると考えられる。

問 27 から問 29 はコンテンツアイコンが密集した場合に地図が見づらくなる問題を解決するために導入したコンテンツグループによる影響を評価するために質問した。

問27 地図上で、いくつかのコンテンツをまとめて一つのアイコンで表示している場所がありました。それらを見つけて、コンテンツの内容を見ましたか。

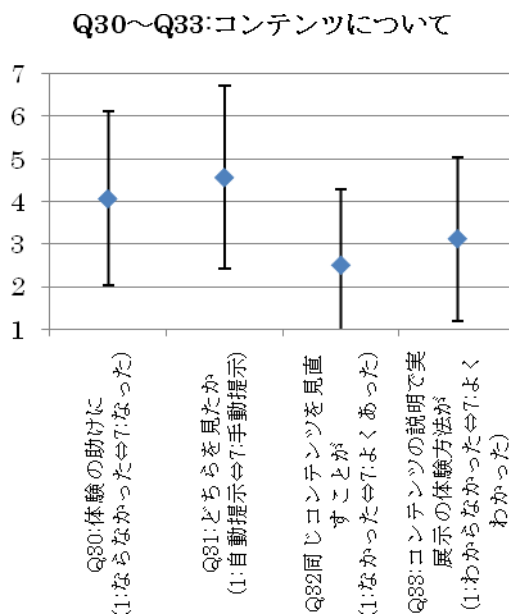
問28 上記で と答えられた方。それらは閲覧しやすかったですか。

問29 コンテンツが密集していて地図が見づらいことがありましたか。

問 27 の集計結果を**グラフ 2 - 1 7 [Q27]**、問 28 と問 29 の結果を**グラフ 2 - 1 8 [Q28・Q29]**にまとめて示す。問 27 の結果から、約半数がグループコンテンツの手動展開を試み、閲覧のしやすさについては特に使いにくくも使いやすくもないという印象を得ていることが分かった。また、問 29 の結果からはコンテンツ密集により見にくいことがあったという評価とはなっていないが、コンテンツグループによる効果については詳細な分析が必要である。

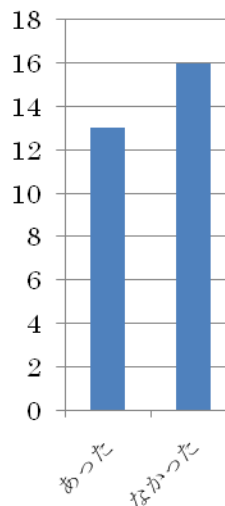
問 30 から問 33 ではコンテンツ関連について 7 段階評価で質問した。結果は**グラフ 2 - 1 9 [Q30～Q33]**にまとめて示す。

問30 コンテンツは体験の助けになりましたか。



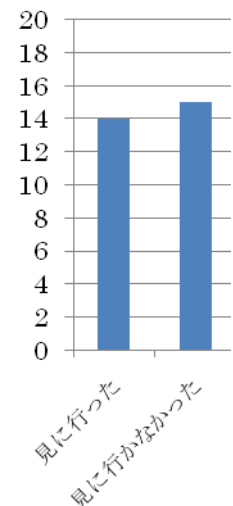
グラフ 2 - 1 9 [Q30～Q33]

Q34:コンテンツを見て体験を試みた実体験があったか



グラフ 2 - 2 0 [Q34]

Q35:コンテンツを見て実展示を見に行ったことがあったか



グラフ 2 - 2 1 [Q35]

- 問31 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。
- 問32 同じコンテンツを見直すことがどれくらいありましたか。
- 問33 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 30 と問 33 はコンテンツの内容に関して質問した。問 30 の結果では評価結果の分散も大きく、体験の助けになった、ならなかったという両方の意見が出ており、より詳細な分析を要する。問 33 については全体としてコンテンツの説明では実展示の体験方法が分からなかったと評価される傾向が見られた。これは今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、体験方法そのものを明示することを意図的に避けているため妥当な結果であると考えられる。また、問 31 の結果からは全体としては手動・自動どちらのコンテンツも見ていたことが確認されたが、インタビューの結果からはネットワークの切断以降、ずっと手動提示のコンテンツしか見ていなかったとの意見も得られている。問 32 からは同じコンテンツを見直すことはなかったという結果を得たが、インタビューにおいて自動で同じコンテンツが何度も提示されることはあったという意見を得ており、今後検討を要する。

問 34 と問 35 は体験誘導コンテンツの効果を確認するための質問であった。

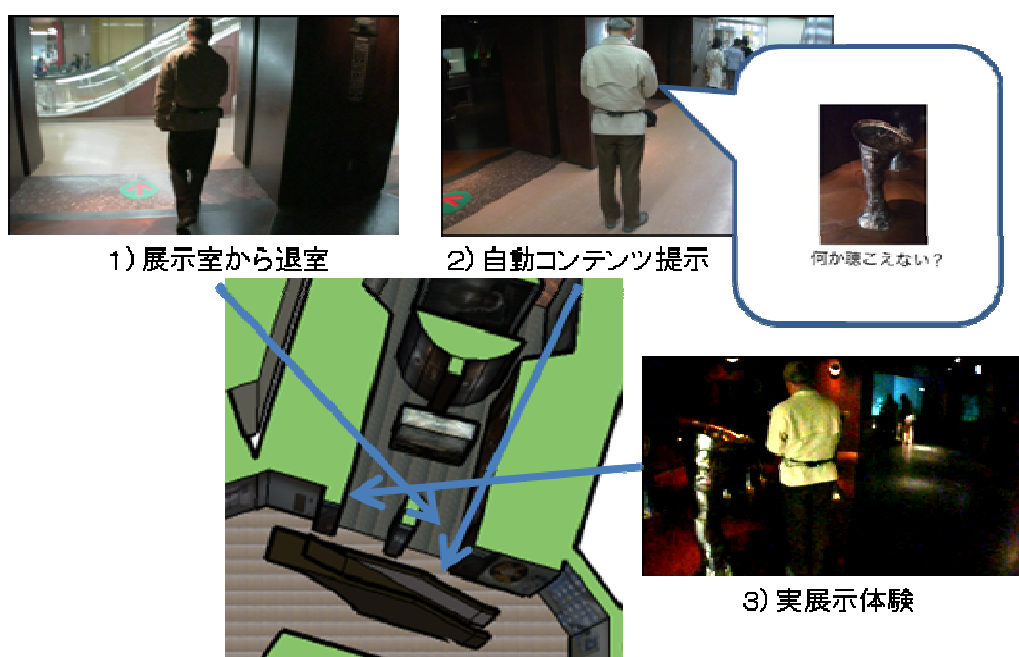
問34 興味がなかった実展示に関して、コンテンツを見ることで体験しようと試したこと



がありましたか。

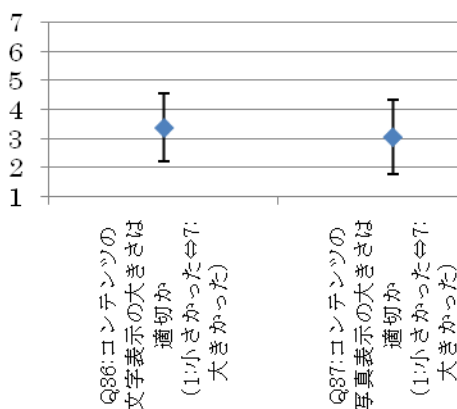
問35 コンテンツを見て、実際に展示を見に行ったものがありますか。

40%以上の被験者がコンテンツを見ることで実際に体験しようと試みたと回答し（**グラフ 2 - 2 0 [Q34]**参照）約半数の被験者がコンテンツを見て実際に展示を見に行ったと回答した（**グラフ 2 - 2 1 [Q35]**参照）。前述のように問 33 でコンテンツから体験方法が分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意図したよう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を与えることができたと考えられる。この結果に関連して、実際に被験者の履歴データとビデオログからこのときの行動を抽出した具体例を**図 2 - 6 0 [体験誘導例]**に示す。



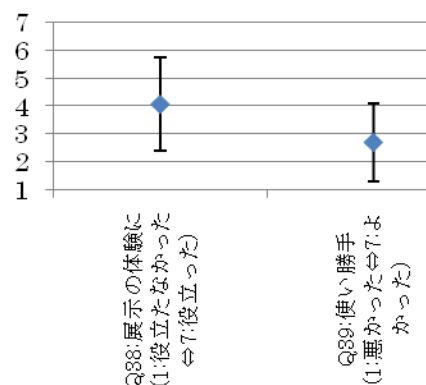
**図 2 - 6 0 [体験誘導例]** 実際にコンテンツ提示により実展示を体験した時の行動記録の例

Q36・Q37：文字・写真の大きさ



**グラフ 2 - 2 2 [Q36 ~ Q37]**

Q38・Q39：実験システム全体について



**グラフ 2 - 2 3 [Q38 ~ Q39]**

問36 コンテンツの文字表示の大きさは適切でしたか。

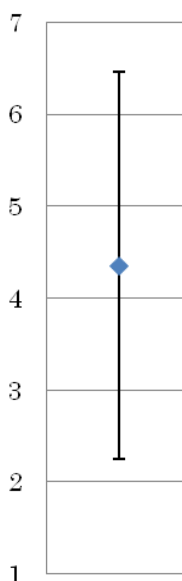
問37 コンテンツの写真表示の大きさは適切でしたか。

問 36、問 37 ではコンテンツ中の文字表示および写真表示の大きさについて質問した。前述のように、実際にはコンテンツ提示モードにおいて手動で拡大ができるにもかかわらず、コンテンツの文字表示、写真表示は小さいと回答する傾向が見られた（**グラフ 2 - 2 2 [Q36・Q37]**参照）。これは標準で提示される文字、画像の大きさの印象を反映していると思われるため、標準のサイズについての再検討が必要であると思われる。

問38 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。

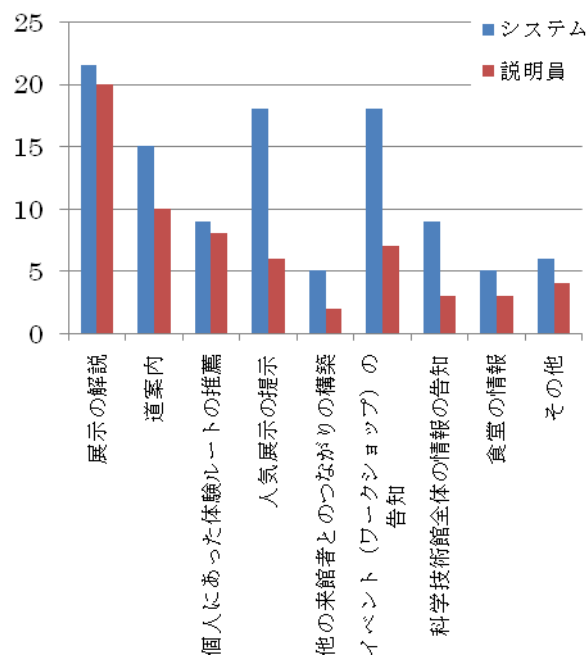
問39 今回体験された科学館学習支援システムの使い勝手をどう感じましたか。

Q40:説明員によるガイドの必要性  
(1:感じなかった ⇨ 7:感じた)



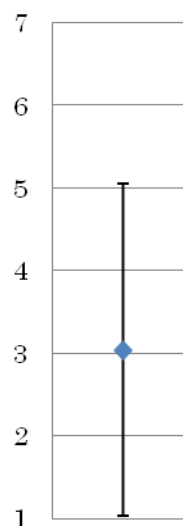
グラフ 2 - 2 4 [Q40]

Q41・Q42: システム・説明員に求めるもの



グラフ 2 - 2 5 [Q41 ~ Q42]

Q43: 推薦ルート表示の分かりやすさ  
(1:わかりにくかった ⇨ 7:わかりやすかった)



グラフ 2 - 2 6 [Q43]

問 38、問 39 では実験システム全体の印象として有用性とユーザビリティについて質問した。結果を**グラフ 2 - 2 3 [Q38・Q39]**に示す。問 38 から有用性については被験者の主観からはどちらとも言えないという結果となった。問 39 から使い勝手が悪いという評価を受

ける傾向が見られた。インタビュー時に地図操作処理の遅さとネットワーク切断をその理由として挙げる被験者が多くみられた。

問40 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。

問41 ガイドシステムに求めること（複数回答）

問42 説明員に求めること（複数回答）

問40から問42は説明員と学習支援システムの関係、特に要求される役割について調査することを目的として質問した。問40の結果から、説明員によるガイドの必要性の感じ方にも個人差が見られるが、全体として説明員によるガイドが必要であるという評価を受ける傾向にあった（**グラフ 2 - 24 [Q40]**参照）。しかしながら、問41、問42の結果から、用意された選択肢すべてにおいてシステムへの要求の数が説明員への要求の数を上回る結果が得られた（**グラフ 2 - 25 [Q41・Q42]**参照）。特に、客観的な数値が要求される人気展示の提示や、提示のタイミングが重要となるイベントの告知についてはシステムへ要求される役割として期待されていることが分かる。アンケートからは違う役割が求められているという結果は得られなかったが、要求される情報の質に違いがあるとも考えられ、今後さらなる調査が必要であると考えられる。

問43 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43では推薦ルート表示について質問した。全体として分かりにくいと評価される傾向が得られた（**グラフ 2 - 26 [Q43]**参照）。主な理由としてネットワークの切断による表示更新の停止があげられたが、今回使用した推薦ルートが点線表示であったため向きが分かりにくかったとの意見も得られている。点線表示は地図の擬似三次元表示でルートと構造物の隠れ関係に矛盾が生じて違和感がない表現として導入されたが、各点を矢羽表現とするなど進行方向を強調する表現を使用する必要があるなど実運用に向けた課題が明らかになった。

問44 地図の拡大縮小を行いましたか。

上記で と答えた方。地図の拡大縮小は容易に行えましたか。

問45 地図の表示位置を移動させましたか。（地図の平行移動）

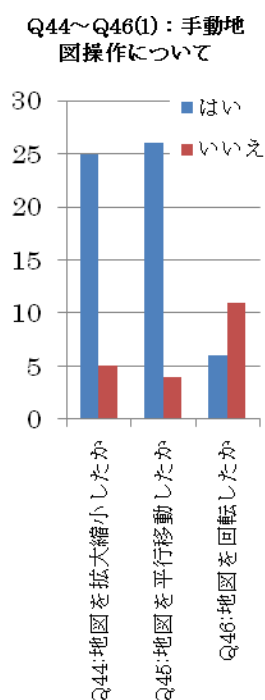
上記で と答えた方。地図の表示位置の移動は容易に行えましたか。

問46 地図の回転移動を行いましたか。

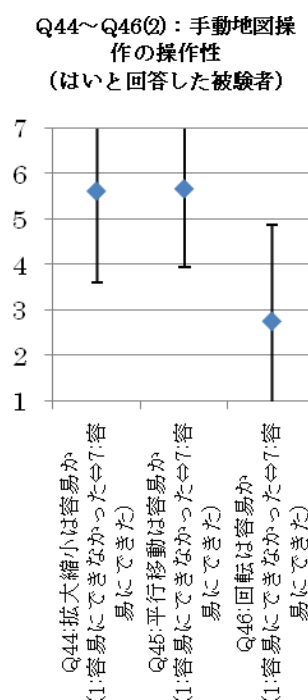
上記で と答えた方。地図の回転移動は容易に行えましたか。

問44から問46は、地図モードにおける手動の地図操作の操作性について調査するため

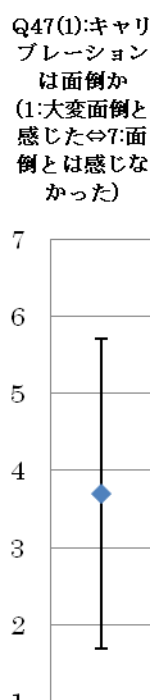
に質問した。拡大縮小と平行移動については積極的に利用されているにもかかわらず、回転についてはあまり利用されなかったという結果が得られた（**グラフ 2 - 27 [Q44 ~ Q46(1)]**参照）。また、実際にそれぞれの機能を利用した被験者による 7 段階評価では拡大縮小、平行移動については容易にできたとの評価が得られているが、回転については容易にできなかったという評価結果となった（**グラフ 2 - 28 [Q44 ~ Q46(2)]**参照）。地図の回転機能については実験後半の日程においてのみ利用可能であったため、対象となる被験者数が少ないこともあり、単純な比較はできないが、回転操作については処理速度の遅さからくる遅延によって被験者の思うような角度で回転を止めるのが困難であったことがその主な原因であったと考えられ、今後実運用に向けて改善を要することが明らかとなった。



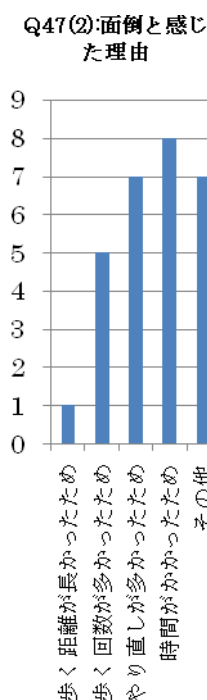
**グラフ 2 - 27**  
**[Q44 ~ Q46(1)]**



**グラフ 2 - 28**  
**[Q44 ~ Q46(2)]**



**グラフ 2 - 29**  
**[Q47(1)]**



**グラフ 2 - 30**  
**[Q47(2)]**

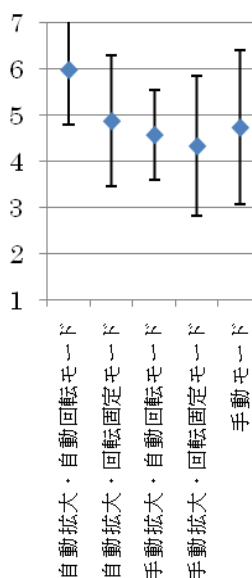
問47 センサ設定に関してどの程度めんどうと感じましたか

めんどうと答えた方に質問です。どうしてめんどうと感じましたか。(複数回答)

問 47 は現状の測位系で精度を向上するために実施しているセンサキャリブレーションが、ユーザの視点からどの程度負担に感じるかを調査するために質問された。7 段階評価の結果を**グラフ 2 - 29 [Q47(1)]**に、面倒と感じた理由の集計結果を**グラフ 2 - 30 [Q47(2)]**に示す。

7段階評価ではやや面倒と感じると評価された。理由としては25%以上の被験者がキャリブレーションにかかる時間を面倒と感じた理由として挙げた。また、20%以上の被験者がキャリブレーションのやり直しに負担を感じたと回答している。それ以外にも、インタビューではそもそもキャリブレーションそのものが想定外であり、すぐに体験することができなかった点を問題点として指摘した被験者もいた。センサのキャリブレーションについては混雑時にキャリブレーション用の直進路の確保が困難であったなど、実験の運用上もスタッフの負担となっていることが観察され、実運用に向けて改善すべき課題であることが確認される結果となった。

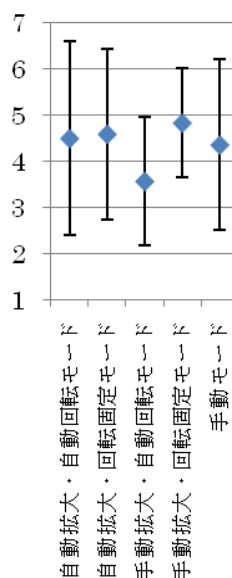
Q48:各地図モードの分かりやすさ  
(1:分かりにくい⇔7:分かりやすい)



グラフ 2 - 3 1

[Q48]

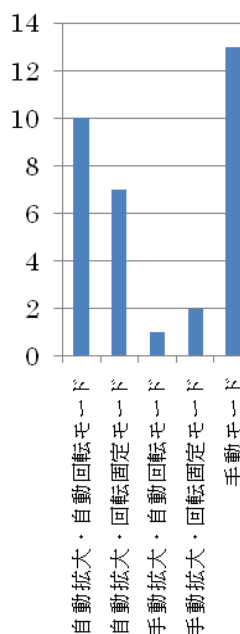
Q49:各地図モードの使いやすさ  
(1:使いにくい⇔7:使いやすい)



グラフ 2 - 3 2

[Q49]

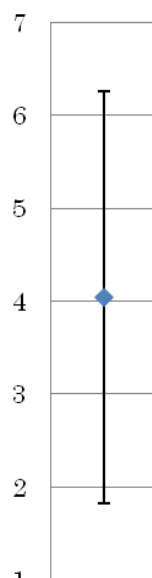
Q50:よく使用した地図モード



グラフ 2 - 3 3

[Q50]

Q51:自動縮尺変更の違和感  
(1:あった⇔7:なかった)



グラフ 2 - 3 4

[Q51]

問48 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。

問49 各地図表示モードは使いやすかったですか。

問50 よく使った地図表示モードはどれでしたか。

地図提示手法について、実運用時の標準状態を決定するために、それぞれのモードの見やすさ・使用感や、自由に使用させた場合によく選ばれるものを調査した。実験前半においてプログラム実装状況の不備により自動回転が使用できなかった、すべての地図モードを使用して評価してくださいと依頼しても特定のモードのみを用いる被験者が多数いた

ことなどから、これらの結果は実際に使用したモードについてのみ回答していただいた。

問 48 の結果から、地図の分かりやすさについては自動拡大・自動回転モードが昨年度の実験と同様に高い評価を得ている（**グラフ 2 - 3 1 [Q48]**参照）。使いやすさについては目立った差は出ていない（**グラフ 2 - 3 2 [Q49]**参照）。よく使用した地図モードについては実験前半では自動回転が利用できなかったことに加えてネットワーク接続状態が極端に不安定であったこともあり、手動モードが最も利用されたという結果となった（**グラフ 2 - 3 3 [Q50]**参照）。しかしながら、実験後半において 3G 電話回線網を用いてネットワーク接続状況が改善され、自動回転のモードが加わると同時にこちらのモードが積極的に利用され、全被験者の 30% が自動拡大・自動回転モードをよく利用したと回答している。以上から、条件を均一化した追実験による検証の必要性は残るが、自動拡大・自動回転を標準状態として採用できる可能性を確認した。

問51 地図表示モードが自動拡大モードのとき、システムによる縮尺の変更に関して違和感がありましたか。

問 51 では測位系の不確かさに基づいた地図の自動縮尺変更が被験者に与える違和感を調査した。被験者間での印象の差が大きく全体としてはどちらでもないという結果となった（**グラフ 2 - 3 4 [Q51]**参照）。しかしながら、インタビューによる被験者からの報告に、センサの自信の無さに基づく表現である旨の説明を事前に受けていたので違和感を覚えなかったとの指摘があった。これはユーザがシステムに慣れてその仕組みを理解した状況を想定するための実験設定ではあったが、何も知らせずに制御を行った場合に被験者が覚える違和感については追跡調査が必要であると考えられる。また、今回の実験においては縮尺制御のパラメータが不確かさを強調しすぎる傾向にあった。最適な縮尺制御パラメータの設定も実運用に向けた課題の一つに挙げられる。

### 2.7.8 考察

アンケート同様、被験者からのコメントやインタビューの会話などの厳密な解析は今後の課題である。各被験者あたりの試行時間は（正確な解析はまだであるが）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思われる。

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

未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。将来的には、より簡単により表現力が高いコンテンツオーサリングができるツールを開発し、ただ写真と文字を見るだけでなく、例えばクイズ形式のコンテンツを記述できるようにするなど来館者との対話を可能にするコンテンツを追加できるようにすることが望まれる。

## 2.8 まとめ

本報告では、過去2年間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とその結果について述べた。前述のように、今年度は、より実用的な状況での実験を実現させるために、過去2年間の PC ベースのシステムではなく、iPhone を利用者端末としたシステムを導入した。このように新規技術を導入した場合、一般に実装の不安定さがシステムに混入しやすくなる。実際、一昨年がそうであったように、今年度も、実験の前半ではシステムの不具合や不安定さが解消しきれず、被験者の方々が受けた印象は必ずしもよくはなかったと言える。一方で、後半ではそれらへの対策がなされたため、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、比較的よい被験者実験データが得られたと考えている。

来年度の課題としては、今年度のシステムをさらに安定化させ、研究開発者のサポートなしで運用可能にすることがまずあげられる。また、iPhone での地図の3次元化や、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実現、端末利用によって得られる履歴の利活用なども課題としてあげられる。これらの課題解決への取り組みによって、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。

## 2.9 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)
- [文献 VR 学会論文誌] 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 (2009) (in press)
- [文献 ISMAR2007] Okuma, T., Kourogi, M., Sakata, N. and Kurata, T.: Reliving Museum Visiting Experiences on-and-off the Spot, Proc. of ISMAR2007, pp.279 280 (2007).
- [文献 AR] Azuma, R.T.: A survey of augmented reality, Presence, Vol.6, No.4, pp.355 385 (1997).
- [文献 コピキタス] Weiser, M.: The Computer for the 21st Century, Scientific American, Vol. 265, No.3, pp. 94 104 (1991).
- [文献 Feiner] Feiner, S., MacIntyre, B., Hollerer, T. and Webster, A.: A Touring Machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment, Proc. of ISWC'97, pp.208 217 (1997).
- [文献 Archeoguide] Vassilios Vlahakis, Nikolaos Ioannidis, John Karigiannis, Manolis Tsotros, Michael Gounaris, Didier Stricker, Tim Gleue, Patrick Daehne and Luis Almeida: Archeoguide: An Augmented Reality Guide for Archaeological Sites, IEEE CG&A, Vol.22, No.5, pp.52 60.
- [文献 Schmalstieg] Schmalstieg, D. and Wagner, D.: Experiences with Handheld Augmented Reality, Proc. of ISMAR2007, pp.3 15 (2007).
- [文献 Bruns] Bruns, E., Brombach, B., Zeidler, T. and Bimber, O.: Enabling Mobile Phones to Support Large-Scale Museum Guidance, IEEE Multimedia, Vol.14, No.2, pp.16 25 (2007).
- [文献 ICAT] Kourogi, M., Sakata, N., Okuma, T. and Kurata, T.: Indoor/Outdoor Pedestrian Navigation with an Embedded GPS/RFID/Self-contained Sensor System, Proc. of ICAT2006, pp.1310 1321 (2006).
- [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 JSAI] 本村陽一, 西田佳史, 持丸正明, 橋田浩一, 赤松幹之, 内藤耕. サービスイノベーションのための大規模データの分析・モデル化・サービス設計スパイラル. 人工知能学会第22回全国大会(JSAI2008), pp. 3B3 1, 2008.
- [文献 シンセシオロジー] 吉川弘之. サービス工学序説 サービスを理論的に取り扱うため



の枠組み . シンセシオロジー, Vol. 1, No. 2, pp. 111 122 (2008).

[文献ウェアラブルユビキタス VR] 蔵田武志、大隈隆史、興梠正克、石川智也、Thangamani Kalaivani、七田洸一、君島翔, “ 経験と勘を工学的に拡張するためのインタフェース技術 ” , 第6回ウェアラブル/ユビキタス VR 研究会 (2008).

[文献筑波大卒論] 七田洸一, “ モバイル科学ミュージアムガイドにおける 地図とコンテンツ提示に関する調査と考察 ” , 筑波大学図書館情報専門学群卒業論文 (2009).

## 参考 URL

[URL Zepto Pad] Zepto Pad(ゼプトパッド), <http://zeptopad.com/>

[URL 科技館 ML 告知] 科学技術館メールマガジン,  
[http://www2.jsf.or.jp/mailmaga/backnumbershow.asp?mmbn\\_go=0225](http://www2.jsf.or.jp/mailmaga/backnumbershow.asp?mmbn_go=0225)  
[http://www2.jsf.or.jp/mailmaga/backnumbershow.asp?mmbn\\_go=0224](http://www2.jsf.or.jp/mailmaga/backnumbershow.asp?mmbn_go=0224)

[URL 科技館 Web 告知] ウェブサイトでの実験告知,  
[http://www.jsf.or.jp/info/2009/03/post\\_163.php](http://www.jsf.or.jp/info/2009/03/post_163.php)

[URL 産総研 Web 告知] ウェブサイトでの実験告知,  
<http://unit.aist.go.jp/cfsr/2009/event-jsf/>  
[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/event/ev2009/ev20090319/ev20090319.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev2009/ev20090319/ev20090319.html)

[URL ongmap] ongmap : <http://ongmap.com/>

[URL flickr] flickr\_map: <http://www.flickr.com/map/>

[URL ALPSLAB] ALPSLAB: <http://base.alpslab.jp/>

[URL ALPSLAB2] ALPSLAB\_photo: <http://photo.alpslab.jp/>

[URL Yahoo] YahooJapan 地図 : <http://map.yahoo.co.jp/>

[URL LiveSearch] LiveSearchMaps :  
<http://maps.live.com/Default.aspx?FORM=MSNH&mkt=ja-JP&enc=0>

[URL Google Earth] Google Earth : <http://earth.google.co.jp/>



### 3. 今後の展開

本年度は「ユビキタス社会における生涯学習機関での情報機器のあり方に関する調査研究」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。また委員会において様々な検討がなされた。その結果を踏まえた今後の展開を以下に示す。

昨年度の課題の1つであった端末が大きい、重いという意見は今回の iPhone による実験ではほぼなくなった。昨年度までの機器（幅 150.2mm × 高さ 95mm × 奥行 38.2mm、重さ 558 g）より今年度の機器（幅 115.5mm × 高さ 62.1mm × 奥行 12.3mm、重さ 133 g）の方が学習支援の携帯端末として持って歩き回するには良いと評価された。また筐体が小さくなった分画面サイズも対角 4.5inch（解像度 1024 × 600）から対角 3.5inch（解像度 480 × 320）と小さくなった。しかし、アンケート結果では小さすぎるという感想が若干多いくらいであった（図 3 - 1 参照）。

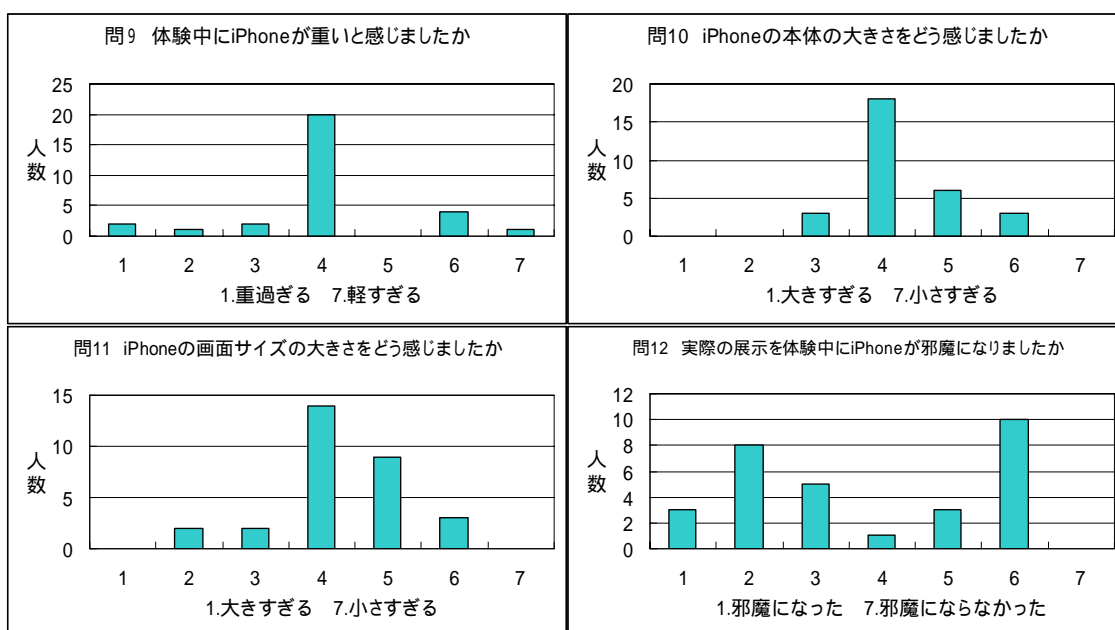


図 3 - 1 携帯端末(iPhone)の大きさ、重さに関する評価

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ピンチ操作による表示画像の拡大・縮小ができる機能を搭載したのが評価されたものと思う。

一方、今年度の実験においては自己位置の表示ずれがあったとの評価を受けた。その主な原因はナビゲーションの表示更新遅延と、断続的に起きたネットワーク切断による表示更新の中断であると考えられ、ネットワーク切断による表示更新の中断は問 20、問 21 の結果にもでている不連続な移動の原因にもなっていると思われる（図 3 - 2 参照）。これは早急に解決すべき課題である。

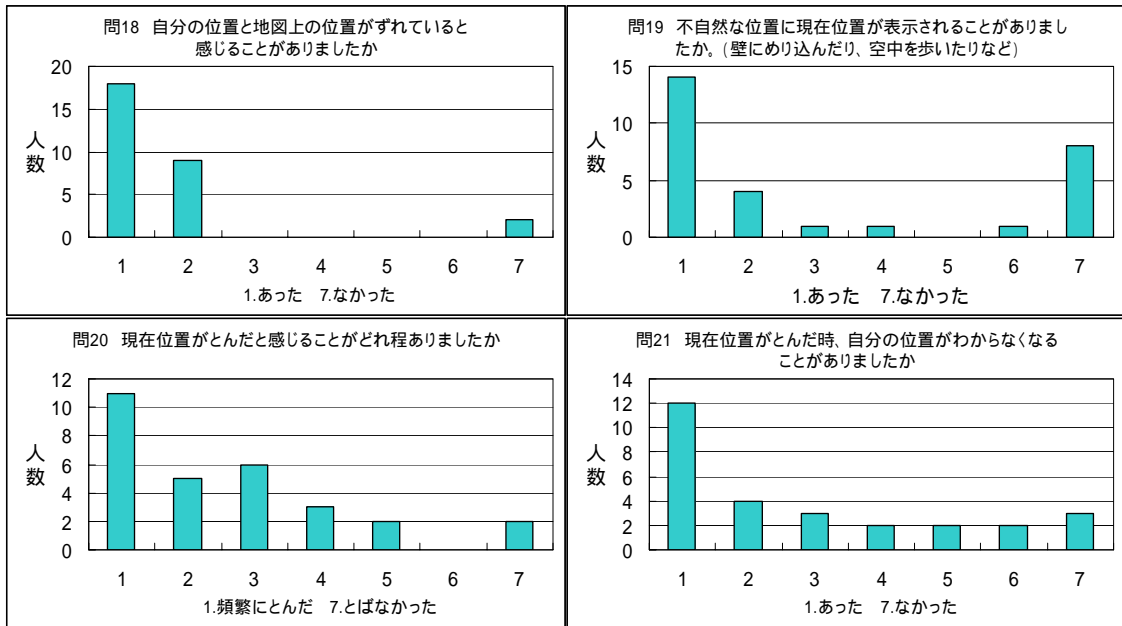


図 3 - 2 自己位置表示に関する評価

問 22 の目的地の見つけやすさがやや低い評価を受ける結果となったが、これもネットワーク切断による推薦ルート更新の中断、展示室名が地図上に表示されていないことなどが原因として挙げられる。問 31 で手動表示が多いのはネットワーク切断により自動表示の機能がうまく働かなかったことによるものと思われる (図 3 - 3 参照)。

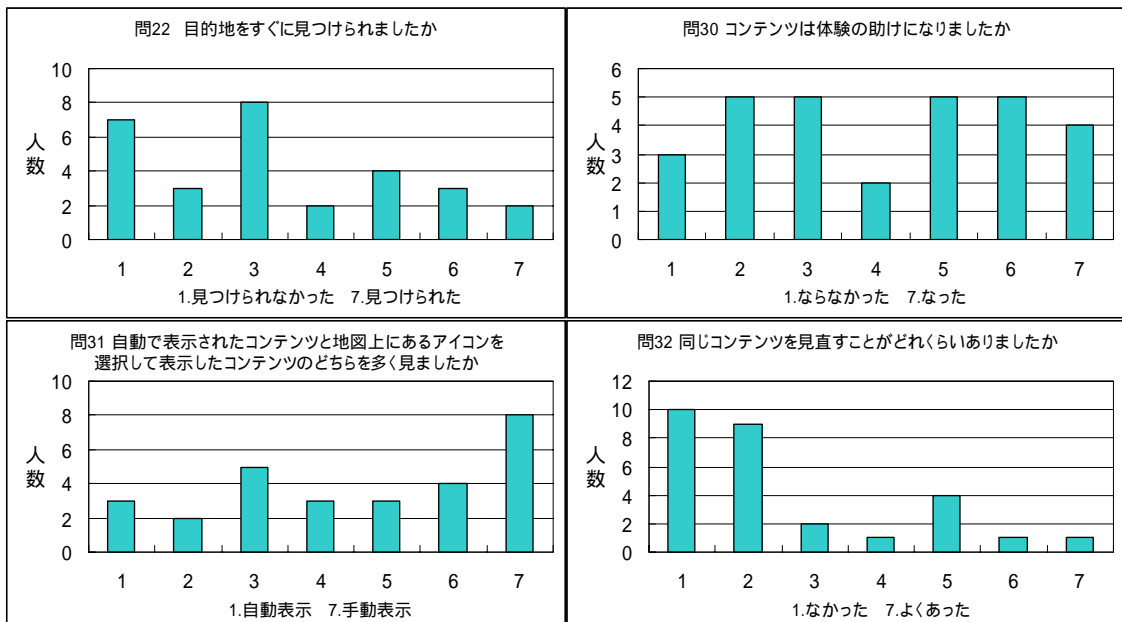


図 3 - 3 目的地・コンテンツに関する評価

システム側の不安定さが評価の前面に出てしまった感じがするが、体験誘導コンテンツ

に対する評価では半数近くの人が体験しようと試みており（**グラフ 2 - 20**参照）、コンテンツの誘導効果が現れている。

断続的に起きたネットワーク切断は館内を歩き回っている時に、今まで接続していた無線 LAN のアクセスポイントの範囲外に出てしまい、近くの別のアクセスポイントに接続するのに時間が掛かってしまうのが原因と考えられる。断続的なネットワークの切断などは NGN による QoS で解決が可能と思われる。

脳科学者の茂木健一郎氏はセレンディピティ（serendipity）<sup>1</sup>は高める事が出来ると言っている。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には起こらない。偶然の出会いなので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（気付き）、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が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。

---

<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。

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
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や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 . 被験者への説明と同意に関する書類

( 0 3 6 )

様式 1 (Ver4)

※整理番号 : 0 3 6

申請日 : 平成 2 0 年 3 月 7 日

平成 2 0 年度人間工学実験計画書  
( 新規 ・ ○変更 ・ ○継続 )  
【変更内容】実験従事者の追加  
実験場所の変更

### 1. 実験課題名 :

遠隔作業支援のためのセンサ及びインタフェースの評価

### 2. 実験期間等

( 1 ) 実験計画期間 ( 5 年以内 ) : 平成 1 7 年 1 1 月 1 日 ~ 平成 2 2 年 1 0 月 3 0 日 ( 5 年計画 3 年目 )

( 2 ) 実験実施期間 平成 2 0 年 4 月 1 日 ~ 平成 2 1 年 3 月 3 1 日 ( 年度内期間 )

### 3. 実験責任者名、所属及び連絡先

・ 氏 名 : 蔵田武志

・ 所 属 : 情報技術研究部門

・ 連絡先 : TEL : 45789 E-mail : t.kurata@aist.go.jp

### 4. 実験従事者名及び所属

氏 名	所 属	備考
蔵田武志	サービス工学研究センター	
大隈隆史	サービス工学研究センター	
興梠正克	サービス工学研究センター	
Kalaivani Thangamani	サービス工学研究センター	契約職員
石川智也	サービス工学研究センター	契約職員
七田洸一	サービス工学研究センター	技術研修生
君島翔	サービス工学研究センター	技術研修生

### 5. 実験場所

所内	所外		実験場所	備考
	屋内	屋外		
○			本部情報棟 1 ~ 6 階 ( エレベータや階段含む )	
○			サイエンススクエア	
○			上記の間の通路	
	○		科学技術館 1 ~ 5 階	
	○		筑波大学第三学群 M 棟 3,4 階	

## 付録 1 . 1 . 人間工学実験計画書

(036)

### 6. 実験計画全体の概要

#### (1) 計画全体の目的

申請者らは、指示者や作業者の状況把握に基づく操作・入力・行動予測を用いたウェアラブルまたはタンジブルテーブルトップインタフェースとその基礎技術を開発することを目標としている。そのため、幅広い年齢層の被験者に対するセンシング技術の汎用性や、インタフェースの受け入れられ方について、被験者実験によって明確にしていく。

#### 用語説明)

ウェアラブル：着る（身にまとう）ことのできるという意味です。その名の通り体の一部に装着したり携帯電話のように常に持ち歩いたりというものも含む場合が多い（モバイルという言葉も近い）。

タンジブル：実体のあるという意味です。パソコンなどでは画面の中のアイコンやウィンドウなどのグラフィックにかなり頼ったインタフェースの設計になっていますが、その一部を実際の物体にしたり、物体とグラフィックを対応付けたりということをして、なるべく直観的に使ってもらえるようにするのがタンジブルインタフェースです。

テーブルトップ：机の上という意味ですが、ここでは水平面上のインタフェースと意味です。

#### (2) 計画全体の概要

被験者の募集は大きく2通りある。あらかじめ印刷物や、インターネット（ウェブやメール）で告知をし、各被験者を事前登録する場合と、告知だけ行い、実験当日に現地で被験者を募る場合とがある。なお、科学技術館での実験の場合、告知は双方で行い、情報を共有するが、同意書など被験者に関する情報は産総研にて管理する。

参加を承諾した各被験者に対して、大きく分けて以下の4種類の実験を実施する。

- (A) 作業者の動作（歩行、手振りなど）を、頭部や腰部に装着、ポケットや鞆に収めた、または手に把持したセンサ（加速度、ジャイロ、磁気センサ、カメラなど）や、実験場所に設置したカメラを用いて計測する。
- (B) 頭部装着型またはハンドヘルド型のディスプレイやカメラにより3次元複合現実感環境（実環境と仮想CGを融合した環境）を体験・構築し、それを用いた作業支援情報呈示・編集システムを、どのように設計すべきかをユーザスタディにより検討する。
- (C) 作業者用装着・携帯型インタフェース（小型のパンチルトカメラ、レーザーポインタや小型プロジェクタ、慣性センサ（加速度、ジャイロ）、小型ディスプレイなどの組み合わせからなる）の有用性について評価する。遠隔地の指示者、もしくはコンピュータがそのカメラやセンサデータを用いて、どの程度、作業空間の状況を把握することができるか、また、レーザーポインタ、小型プロジェクタ、またはディスプレイから呈示される視覚的支援情報が、どの程度作業者に有用か、イン



(036)

タフェースの形態ごとにどのような利点、欠点があるかについて調査する。

- (D) 指示者用のタンジブルインタフェース（大型のプラットパネルディスプレイ、タッチパネル、超音波または光学式の3次元計測センサを備えるタンジブルタグなどからなる）を構築し、そのタッチパネルやタグなどへの入力に基づいて映像や音声をどのように変化させて出力すれば、より効率的な作業支援が可能になるかを調査する。

**(3) 被験者実験を行う意義**

作業（移動、情報閲覧、コミュニケーションなどの）効率化とリスク管理（見守り安全、監視）とを両立するための遠隔協調作業支援システムの開発を加速することができる。

**(4) 研究の種別（産総研単独/共同研究/受託研究/その他）**

通常：産総研と筑波大との連携（主体は産総研。技術研修生が参加）

科学技術館で実施する場合：産総研、財団法人日本科学技術振興財団、筑波大（主体は産総研。筑波大からの技術研修生が参加。財団法人日本科学技術振興財団は、実験場所の提供や現地説明員の協力提供などを担当）

**7. 外部機関と連携して実施する場合の体制・状況**

**(1) 外部機関名称**

財団法人日本科学技術振興財団

**(2) 外部機関での審査結果又は許可状況**

財団法人日本科学技術振興財団主催の研究開発委員会にて、科学技術館での実験実施が許可されている。なお、産総研の人間工学実験計画の審査とは異なり、場所の提供を許可するという意味合いである。

財団法人日本科学技術振興財団が保険に加入する。

【レクリエーション保険】【施設賠償責任保険】

**(3) 外部機関の責任者氏名等**

a. 外部機関責任者氏名：高原章仁

b. 外部機関責任者連絡先：03-3212-8472(TEL)、03-3212-8596(FAX)、taka@jsf.or.jp

**(4) 同意書の管理**

産総研にて管理。（個人情報及び文書管理に関する内規に基づく）

**(5) 責任分担**

事故の補償は財団法人日本科学技術振興財団（保険）、データ管理は産総研

**8. 当該年度の実験計画**

**(1) 年度内に行う目標と内容**

6. 実験計画全体の概要（2）計画全体の概要を参照。

**(2) 被験者の拘束時間等**

一人の被験者が実験に参加する日数 - 最大2日/人

一日あたりの拘束時間合計 - 最大3時間/人

被験者の休憩時間等

固定的な休憩時間は設定せず、被験者自身の判断で適宜休憩や水分補給の時間を挟むことができるようにする。

## (3) 計測項目

## a. 被験者に与えた刺激や負荷等

特になし。

## b. 刺激や負荷を与える際に使用した装置又は方法等

特になし。

## c. 計測に使用する装置又は方法等

装着型センサ（加速度、ジャイロ、地磁気）、頭部装着型またはハンドヘルド型のディスプレイやカメラ、作業用装着・携帯型インタフェース、タンジブルインタフェース、ビデオカメラ

## d. 計測した内容

センサデータ、ビデオ映像、主観申告（アンケート等）、インタビュー  
被験者の顔も撮影

## 9. 実験対象者

## (1) 実験対象者の選定条件

選定条件※	年齢層	性別	人数	備考
健常者（視覚に障害を持たない者）	5歳以上	不問	20人以上	12歳以下の実験対象者の場合、保護者にも同意を得る。

## (2) 実験対象者の同意を得るための手続きと方法

実験対象者（あるいは代諾者）に対して実験内容を書面および口頭で説明し、文書等による同意を得る。

## (3) インフォームド・コンセントを与えることができない状態にある場合又は未成年者を実験対象者とする場合はその必要性

科学技術館での実験などの場合、来館者が被験者となるため、それが12歳以下である場合があり得る。その場合、保護者に同意を得る。

## (4) 被験者確保の手段

ウェブサイトでの告知

## (5) パワーハラスメント（威圧）への配慮等

実験対象者には、一度実験の参加に同意した後でも、自分の意思で、実験の途中でいつでも同意を撤回できることを予め十分説明しておく。

## (6) 謝金

謝金支払の有無——— 有

謝金額の基準又は金額 — 外部請負会社へ委託する場合、謝金額は不明。

————— 公募の場合、500～5000円程度の謝礼

謝金を支払わない条件：

実験の参画を途中で辞退した場合には、謝金の支払いを行わない。

## (7) その他特記事項

10. 予測される実験対象者への不利益、苦痛、危険性とその予防・安全確保の方法集中して実験を遂行することにより、肉体的な疲労や目の疲労を伴うことはありえるため、被験者自身の判断で適宜休憩や水分補給の時間を挟むことができるようにする。

### 11. 傷害保険

通常：産総研が加入する「被験者傷害保険」を適用する。保険内容の説明は、説明資料をもって別に行う。

科技館で実施する場合：保険は、外部機関が加入する傷害保険が適用される。

H19年度の例：

#### 【レクリエーション保険】

補償内容：参加者に対する偶然、急激、外来の要因によるケガを保障します。

保険金額：死亡 9,450千円  
 入院日額 5,000円  
 通院日額 2,500円

#### 【施設賠償責任保険】

保障内容：イベント主催者の管理不備等により参加者がケガ等をし、主催者側に法律上の賠償責任が発生した場合に対して補償します。  
 なお、示談代行サービスは付帯されておりません。

保険金額：対人賠償のみ；1名3,000万円／1事故1億円（免責1万円／1事故）

### 12. 個人情報等の保護

#### (1) 取得する個人情報

同意書 ----- 氏名、性別、生年月日、住所、電話番号、緊急時の連絡先電話番号

匿名化文書 -- 氏名、匿名化番号、年齢、性別

実験データ -- 匿名化番号、年齢、性別、~~実験年月日、実験データ~~

#### (2) 個人情報と実験データの連結の有無。連結する場合はその保護方法

連結有。保護方法は以下のとおり。年齢、性別と実験データの連結は有りだが、氏名とは連結しない。

#### (3) 個人情報の取扱い方法

匿名化の方法 個人情報の匿名化は、実験責任者が匿名化文書を用いて行う。匿名化番号は、イニシャルを使用せず、連番の付与等で匿名化を行う。

保管方法 ----- 匿名化文書は、電子データで作成し暗号化する。プリントアウトは行わない。同意書保管場所は施錠。

実験終了後 -- 産業技術総合研究所個人情報保護規定を遵守した管理または廃棄を行

う。

その他――

**(4) その他プライバシーへの配慮の方法**

写真及びビデオ公表についての承諾書にも署名してもらう。

**13. 実験データの取扱**

**(1) 公表方法**

平均値、標準偏差等の統計処理データを、学会誌等での発表、DBとして公開、特許文書に記載等する。統計処理前の個人のデータを公表する場合には個人が特定できないかたちで公表する。写真や動画像等個人が特定できる可能性がある情報を掲載する場合には、事前に対象者から承諾を得る。

**(2) 被験者自身へのデータ公表**

被験者本人から計測データの公表の求めがあった場合は、被験者にデータを公表する。この際公表する計測データは、統計処理前のデータを公表するが、計測データに関する考察等は一切説明しない。(診察や診断と間違われる恐れがある為。)

**14. 実験実施者の義務に関する誓約**

本実験計画の実施においては、産業技術総合研究所人間工学実験取扱要領等を遵守する。取得した情報については、産総研個人情報保護ガイドラインに従って厳重に管理する。

**15. その他**

**(1) 本件に関する他の実験計画提出の有無**

無し

**(2) 被験者からの質問、苦情等の受付先**

**【質問】**

・サービス工学研究センター 蔵田武志

電話 029-861-5789、FAX 029-862-6513、[電子メール t.kurata@aist.go.jp](mailto:t.kurata@aist.go.jp)

**【苦情】**

・環境安全管理部 ライフサイエンス実験管理センター

電話 029-861-2124、FAX 029-861-2125、[電子メール safe-life@m.aist.go.jp](mailto:safe-life@m.aist.go.jp)

## 付録 1 . 2 . インフォームドコンセントのための説明文書

( 0 3 6 )

### インフォームド・コンセントのための説明文書

- 一 説明及び同意の必要性並びにいつでも不利益を受けることなくインフォームド・コンセントを撤回することができること。

これから行う実験の内容と方法について、この説明書を口頭で説明します。この説明内容をご理解いただいた上で、被験者として本実験に参加されるあなたの意思を客観的な記録とするために同意書を作成します。この説明と同意はあなたが本研究の被験者となる根拠となるものです。さらに、別紙の承諾書にて、本実験風景を撮影した写真や映像・音声を学会および技術発表などの研究広報上必要なメディアに掲載されることに同意していただいた場合は、本実験風景を撮影した写真や映像・音声を公開させていただくことがあります。

本実験への協力は、被験者の自由な意思に基づく参加が原則となりますので、いただいた同意はいつでも撤回することができ、同意の撤回によりいかなる不利益を生じることありません。

- 二 実験責任者の氏名、所属、職名及び連絡先

蔵田 武志（情報技術研究部門） 連絡先電話番号 029-861-5789

- 三 実験の意義、目的、具体的な実施方法及び期間

この実験は、小学生から高齢者まで幅広い年齢層の利用者にとって気の利いたコンピュータを開発することを目標としています。また、ある年齢層や用途に特化したコンピュータを開発することも目標となります。そのために、大きく分けて以下の4種類の実験を実施します。実験時間は1日あたり、30分から3時間程度を想定しています。途中休憩などを入れることにより1時間以上連続して実験が行われないようにします。

なお、研究所に持ち帰って解析するために、(A) から (D) のすべてにおいて実験の様子をビデオやカメラで撮影することがあります。ご了承ください。

- (A) 利用者の動作（歩行、手振りなど）を測ります。頭や腰につける、ポケットや鞆に入れる、または手に持つ計測装置、または実験場所に取り付けたカメラを用いて測ります。
- (B) 頭に付ける、または、手に持つ（ハンドヘルド）タイプのディスプレイやカメラにより、本当の世界とコンピュータの中の世界を合わせたような世界（3次元複合現実感環境）を体験していただきます。
- (C) 利用者が身に付けている向きを変えられるカメラやセンサデータを用いて、その場の状況を遠隔地にいる人やコンピュータにどう伝えることができるのか、また、同じく利用者が身に付けているレーザポインタ、小型プロジェクタ、またはディスプレ

いで表示する情報がどれくらいわかりやすいかについて、体験していただきます。

(D) テーブルのように水平に置かれたディスプレイを用いたコンピュータを体験していただきます。

各実験の具体的な実施方法は以下の通りです。

(A)

(A-1) 歩行や手振りなど、実験に必要な動作が可能かどうかについて確認いたします。また、下記の実験説明を受けていただき、練習を行います。

(A-2) 実験責任者によって指定された計測装置を、頭や腰につける、ポケットや鞆に入れる、または手に持つ、のいずれかをしていただきます。

(A-3) 実験場所の平坦路や階段を歩行、エレベータやエスカレータを利用、また、カメラに写るように特定の手振りをするなどの動作をします。

(B)

(B-1) 視力の確認を行います。また、下記の実験説明を受け、練習を行います。

(B-2) 実験責任者によって指定されたディスプレイと計測装置を頭に付ける、または、手に持つタイプのディスプレイを使います。さらに、実験 (A) で用いる装置と一緒に使う場合もあります。コンピュータから映像情報や文字情報をディスプレイに供給します。

(B-3) 座っている、または立っている状態で、ディスプレイを見ながら、コンピュータを操作します。

(C)

(C-1) コンピュータの操作が可能かどうかについて被験者のコンディションを確認いたします。また、下記の実験説明を受けていただき、練習を行います。

(C-2) コンピュータや向きを変えられるカメラ、ディスプレイを胴体に身に付ける、または手に持っていただきます。ここで、ディスプレイとは、レーザポインタや小型プロジェクタを含みます。さらに、実験 (A) で用いると一緒に使う場合もあります。コンピュータにより映像情報や文字情報をディスプレイに供給します。

(C-3) 実験場所を歩いて移動しながら数箇所立ち止まり、トイブロックの組み立てやプラモデル作成、バルブの開け閉め、ねじ回し、展示物の操作などの単純な作業を行います。途中、座って作業をすることもあります。これらの作業や移動の際は、ディスプレイの指示に従っていただきます。なお、移動に階段、エレベータ、エスカレータの利用を伴うことがあります。

(D)

(D-1) コンピュータの操作が可能かどうかについて被験者のコンディションを確認いたします。また、下記の実験説明を受けていただき、練習を行います。

(D-2) 座っている、または立っている状態で、テーブルのように水平に置かれたディスプレイを用いたコンピュータを体験していただきます。その際、映像や音声、操作や遠隔地の複数の利用者などの状態に応じて変化させます。

#### 四 実験に使用する装置又は調査内容の説明

- ・計測装置（センサ）：歩行や組立作業などの動作により発生する物理的な加速度・角速度と地磁気方位の変化を検出する受動センサ（加速度、ジャイロ、磁気センサ、気圧など）や、カメラのことです。
- ・頭に付けるディスプレイ：目の前に小さなディスプレイが位置するように頭や顔に固定するディスプレイです
- ・レーザポインタ：出力はクラス2（0.25秒間未満の直視は問題無いとされる。1mW未満の出力）もしくはそれより出力の弱いものを用います。利用者のコンピュータや向きを変えられるカメラ、ディスプレイと組み合わせて使われます。
- ・テーブルのように水平に置かれたディスプレイを用いたコンピュータ：タンジブルテーブルトップインタフェースと呼んでいます。大型のプラットパネルディスプレイ、タッチパネル、動きを計測できる小さな物体（タグ）などからなります。
- ・実験風景撮影用のビデオカメラ及びスチルカメラ：実験終了後に実験経過の詳細を検証するため、また、学会やメディアで実験風景を公開するための映像を取得するために用いられます。
- ・有線・無線ネットワーク装置：遠隔地の利用者や利用者間、連携して動作する装置間の通信に用いられます。
- ・RFIDタグ、リーダ：ユーザや物体のID取得やおおまかな位置取得のために用いられます。

なお、上記装置のうちいくつかを組み合わせると頭部や胴体などに身につけたり、手に持ったりしていただくことがあります。その場合、一度に装着する装置の総重量は2.5kg前後となる場合があります。

#### 五 予測される研究への貢献並びに被験者の受ける不利益及び危険性

本実験を通して、利用者にとって気の利いたコンピュータの開発が促進されるとともに、その評価に統計的な裏づけがなされることが期待されます。被験者の受ける不利益並びに危険性についてですが、“七 実験の安全上の注意事項”に記載されている安全面、及び“十一 実験により得られたデータの取扱い及び公表の方法”に

記載されている実験データ、映像、音声データに関する取扱いに関してご了承いただきますようお願いいたします。その他、特に注意すべきことはありませんが、集中して実験を遂行することにより、肉体的な疲労や目の疲労を伴うことはありえますので、ご了承ください。

#### 六 被験者のコンディションに関する条件及びその理由

主観データ、客観データの統計解析により健常者にどれだけ適したコンピュータであるかを評価するために、各被験者は上記実験に含まれる行為（呈示される情報の視聴覚、両手による簡単な作業、歩行、着座、起立など）を無理なく遂行することが可能でなければなりません。

#### 七 実験の安全上の注意事項

歩行時及び階段昇降時、エレベータやエスカレータ利用時に転倒しないように気をつけてください。頭部や胴体にディスプレイなどのデバイスを装着する際にぶつかって怪我をしないように気をつけてください。もし何か気になることがあれば、何でも実験者にお伝え下さい。

#### 八 実験の中止要求の権利及びその要求方法

被験者は、いついかなる場合でも実験を中止することができます。その旨を発話もしくは手振りにてお伝えください。

#### 九 被験者の権利及び人権擁護への配慮

個人情報を実験従事者以外に開示されることはありません。計測・記録した実験データは、別途被験者の了解を得た場合を除き、実験目的である小学生から高齢者まで幅広い年齢層の利用者にとって気の利いたコンピュータを開発するため、または、ある年齢層や用途に特化したコンピュータを開発するため、または、統計的に処理した実験データの研究論文等への掲載以外には使用しません。さらに、別途被験者の了解を得た場合を除き、各被験者のデータは個人特定がされない形態（符号や数字などで識別される）での公表となります。被験者は、担当者に実験データの内容及び取り扱い状況について問い合わせることができます。

#### 十 個人情報の取扱い

住所、氏名、性別、年齢などの個人情報は論文やメディアでは公表しません。顔写真などは承諾が得られた場合においてのみ公表する場合があります。個人情報と実験データは分離して保存します。これにより実験データが紛失したとしても、実験データがどの被験者から取得されたものであるかの特定が困難となります。個人情報



を記入した同意書等の紙媒体は施錠して保存します。実験責任者の所属部門長を個人情報管理者とします。

#### 十一 実験により得られたデータの取扱い及び公表の方法

計測により取得した実験データは、“九 被験者の権利及び人権擁護への配慮”でも述べましたように、別途被験者の了解を得た場合を除き、実験目的である小学生から高齢者まで幅広い年齢層の利用者にとって気の利いたコンピュータを開発するため、または、ある年齢層や用途に特化したコンピュータを開発するため、または、統計的に処理した実験データの研究論文等への掲載以外には使用しません。なお、別途被験者の了解を得た場合は、本実験風景を撮影した写真や映像・音声を含め、公開させていただくことがあります。

#### 十二 被験者からの苦情を受け付ける担当部署及び連絡方法

〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2

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

蔵田 武志

電話：029-861-5789 ファックス：029-862-6513

電子メール：t.kurata@aist.go.jp

または、

環境安全管理部ライフサイエンス実験管理センター

電話：029-861-2124 ファックス：029-861-2125

電子メール：safe-life@m.aist.go.jp

#### 十三 その他説明に必要な事項

特になし。

#### 十四 被験者から呼気、涙液、唾液、汗又は尿を採取する実験に関する事項

該当なし。

- イ 採取試料名
- ロ 試料の採取方法
- ハ 試料を用いた実験の内容
- ニ 実験終了後の試料の取扱い
- ホ その他必要な事項

## 付録 1 . 3 . 同意書

(036)

### 同意書

私は、人間工学実験「遠隔作業支援のためのセンサ及びインタフェースの評価」および上記文書について事前に送付された文書および口頭にて蔵田武志、大隈隆史、または興梠正克から十分な説明を受け、理解した上で実験に協力することに同意します。

年 月 日

氏名

生年月日 年 月 日( )才

住所

電話番号

緊急時の連絡先電話番号

署名(本人または保護者)

## 写真及びビデオ公表についての承諾書

実験責任者

蔵田武志 殿

私は「遠隔作業支援のためのセンサ及びインタフェースの評価」について 実験の様子を記録したビデオを下記の場合にて公表することに同意いたします。

記録ビデオ、写真の公表を承諾する場合<sup>\*</sup>

1. 学会等，研究発表の場で公表することを  
( 承諾します ・ 承諾しません ) .
2. メディア等，一般の場で公表することを  
( 承諾します ・ 承諾しません ) .

平成 年 月 日

署名 \_\_\_\_\_ (本人または保護者)

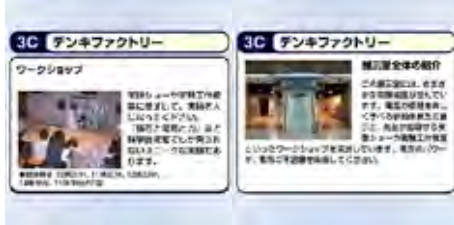
※ 上記 ( ) 内の「承諾します・承諾しません」いずれかを○で囲んでください。





3階

デンキファクトリー



もしも〜し!?



ここが...せら...かな?

オーロラサイエンス



何か聴こえない?

ガスクエスト



くっついて、とれない...



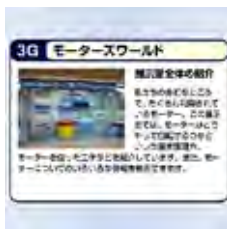
液体が上に...?



かがみよかがみ〜

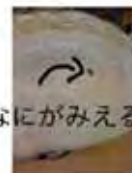


モーターズワールド



練習車をおかしてみよう

北の丸博士のバイオのくすり研究室



なにがみえる?

4階

鉄の丸公園

**4C 鉄の丸公園1丁目(鉄園)**

**展示室全体の紹介**  
 鉄の丸公園の展示室には、  
 さまざまな種類の、鉄の  
 展示品が展示されています。  
 鉄の丸公園の展示室は、  
 鉄の丸公園の展示室です。  
 鉄の丸公園の展示室は、  
 鉄の丸公園の展示室です。



どっちが軽い?



よ〜くねらって!

NEDO

**4E NEDO Future Space**  
 未来の宇宙空間

**展示室全体の紹介**  
 宇宙空間の展示室は、  
 宇宙空間の展示室です。  
 宇宙空間の展示室は、  
 宇宙空間の展示室です。

**4E NEDO**

**ロボット・ファクトリー (30)**  
 コミュニケーション・ロボット

ロボット・ファクトリー (30)  
 コミュニケーション・ロボット  
 コミュニケーション・ロボット  
 コミュニケーション・ロボット



これは、何?

**THE OTOSUNA**  
 フォト・サウンド・オブ・ココロ

THE OTOSUNA  
 フォト・サウンド・オブ・ココロ  
 フォト・サウンド・オブ・ココロ

**展示室全体の紹介**

展示室全体の紹介  
 展示室全体の紹介  
 展示室全体の紹介

両者が美しいのはどちら?  
 どのロボットが一番  
 美しいかな?

建設館

**4F 建設館**

**ワークショップ**

ワークショップ  
 ワークショップ  
 ワークショップ

**4F 建設館**

**展示室全体の紹介**

展示室全体の紹介  
 展示室全体の紹介  
 展示室全体の紹介



どれが一番美しい?



どんな音がする?

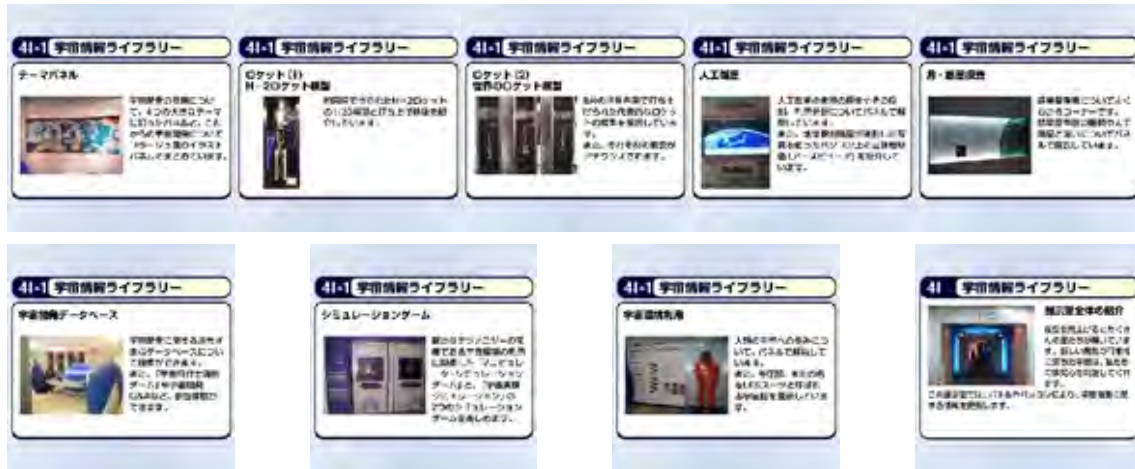
**アーチをつくろう**

アーチをつくろう  
 アーチをつくろう

**橋をつくろう**

橋をつくろう  
 橋をつくろう

## 宇宙機構ライブラリー



## 体験しよう！未来のエネルギー基地

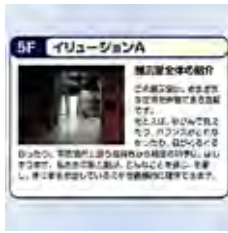








## イリュージョンA



## ゲノム

<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>体内DNA</b></p> <p>「DNA」は、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>	<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>展示案内板 (アートマンダラ)</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>	<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>展示案内板 (DNA)</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>	<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>展示案内板 (DNA)</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>	<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>展示案内板 (DNA)</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>
<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>「セントラルドグマ」の再考</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>	<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>ワークショップ・カウンター</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>	<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>展示案内板 (DNA)</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>	<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>DNAブック</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>	<p><b>5H ゲノム</b></p> <p><b>展示案内板の紹介</b></p> <p>DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。DNAは、細胞の「中心」である。</p>

## ワークス





オリエンテーリング





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！





問 6 地図を利用する頻度はどの程度ですか。

日常的に 週に数回 月に数回 年に数回 利用しない

問 7 地図を見るときに進行方向が上になるように地図を回転させますか。

はい いいえ 必要に応じて(どのような状況: )

問 8 地図の縮尺の大きなものと小さなものを併用して使いますか。

使う 使わない

問 9 体験中に iPhone が重いと感じましたか。

重すぎる | | | | | | 軽すぎる

問 10 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 11 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 12 実際の展示を体験中に iPhone が邪魔になりましたか。

邪魔になった | | | | | | 邪魔にならなかった

問 13 腰に装着していたセンサ類を重いと感じましたか。

重い | | | | | | 軽い

問 14 腰に装着していたセンサ類を大きいと感じましたか。

大きい | | | | | | 小さい

問 15 体験中に腰に装着していたセンサ類が邪魔になりましたか。

邪魔になった | | | | | | 邪魔にならなかった

問 16 地図と現在位置との対応をとる時に何を目印としますか。(複数回答)

店舗 駅 道路の形状(交差点) 道路名 住所 その他





問 23 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

エスカレーター

画面 |-----| 実環境

展示体験中

画面 |-----| 実環境

問 24 今回回った目的地の中でどの目的地が面白かったですか。面白かった順を教えてください。

1( )

2( )

3( )

問 25 コンテンツの表示した時のタイミングは適切でしたか。

適切でなかった |-----| 適切であった

問 26 コンテンツの表示頻度は適切でしたか。

適切でなかった |-----| 適切であった

問 27 地図上で、いくつかのコンテンツをまとめて一つのアイコンで表示している場所がありました。それらを見つけて、コンテンツの内容を見ましたか。

はい いいえ

問 28 上記で と答えられた方。それらは閲覧しやすかったですか。

閲覧しにくかった |-----| 閲覧しやすかった

問 29 コンテンツが密集していて地図が見づらいことがありましたか。

あった |-----| なかった



問 41 ガイドシステムに求めること（複数回答）

展示の解説 道案内 個人にあった体験ルートの推薦 人気展示の表示  
他の来館者とのつながりの構築 イベント（ワークショップ）の告知  
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）  
食堂の情報 その他（ ）

問 42 説明員に求めること（複数回答）

展示の解説 道案内 個人にあった体験ルートの推薦 人気展示の表示  
他の来館者とのつながりの構築 イベント（ワークショップ）の告知  
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）  
食堂の情報 その他（ ）

問 43 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 44 地図の拡大縮小を行いましたか。

はい いいえ

上記で と答えた方。地図の拡大縮小は容易に行えましたか。

容易にできなかった |-----| 容易にできた

問 45 地図の表示位置を移動させましたか。（地図の平行移動）

はい いいえ

上記で と答えた方。地図の表示位置の移動は容易に行えましたか。

容易にできなかった |-----| 容易にできた

問 46 地図の回転移動を行いましたか。

はい いいえ

上記で と答えた方。地図の回転移動は容易に行えましたか。

容易にできなかった |-----| 容易にできた



問 49 各地図表示モードは使いやすかったですか。

1.自動拡大・自動回転モード

使いにくかった |-----| 使いやすかった

2.自動拡大・回転固定モード

使いにくかった |-----| 使いやすかった

3.手動拡大・自動回転モード

使いにくかった |-----| 使いやすかった

4.手動拡大・回転固定モード

使いにくかった |-----| 使いやすかった

5.手動モード

使いにくかった |-----| 使いやすかった

問 50 よく使った地図表示モードはどれでしたか。

自動拡大・自動回転モード

自動拡大・回転固定モード

手動拡大・自動回転モード

手動拡大・回転固定モード

手動モード

問 51 地図表示モードが自動拡大モードのとき、システムによる縮尺の変更に関して違和感がありましたか。

あった |-----| なかった

アンケートへのご協力ありがとうございました。

ユビキタス社会における生涯学習機関での  
情報機器のあり方に関する調査研究報告書

平成21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