

清水建設株式会社

屋内外音声ナビゲーション・システムを実用化 誰もが快適に街歩きを楽しめる社会を目指す



子どもたちに誇れるしごとを。

SHIMIZU CORPORATION
清水建設

東京都中央区京橋二丁目16番1号
<http://www.shimz.co.jp/index.html>



1804年の創業以来、210年を超える歴史をもつ清水建設。建設業界でいち早く設計組織や技術研究所を設けるなど、常に時代の先がけとなってきました。会社のロゴにちなんだ、Socio-dynamism (地球社会への貢献)、Humanity (人間尊重)、Innovation (革新志向)、Market-in (顧客第一)、Zeal (情熱) の経営理念のもと、常にお客様の期待を超える価値を提供し続けています。

視覚に障がいを持つ人も、車いすの利用者も、訪日外国人も、買い物客も、誰もが快適に街歩きを楽しめるようにしたいという思いを具現化すべく、清水建設株式会社(以下、清水建設)と日本IBMは共同し、スマートフォンを活用した高精度な屋内外音声ナビゲーション・システムを開発しました。そして2016年の年末からは三井不動産株式会社(以下、三井不動産)の協力を得て、東京・日本橋室町地区のコレド室町1~3、東京メトロ銀座線三越前駅地下歩道の一部、江戸桜通り地下歩道からなる空間を対象に同システムの実証実験を実施。世界最高レベルの屋内測位の精度を達成しました。清水建設は日本のバリアフリー／ストレスフリーな街づくりに向けてこのシステムの社会実装を進め、新たなサービス・ビジネスの価値を創造していく考えです。

バリアフリー／ストレスフリー社会の 実現を目指した街づくり

文化や言語・国籍の違い、あるいは老若男女、障がいの程度といった個々の特性に関わらず、誰もが使いやすい製品やシステムを設計・構築する、ユニバーサル・デザインの考え方に注目が集まっています。

昨今、この考え方はバリアフリー／ストレスフリー社会の実現を目指した街づくりや地域活性化の取り組みにも広がっています。そのトップランナーとして民間の取り組みをリードしているのが大手ゼネコンの清水建設です。

視覚に障がいを持つ人も、車いすの利用者も、訪日外国人も、買い物客も、誰もが快適に街歩きを楽しめるようにしたい——。そんな思いを具現化すべく、清水建設はIBM東京基礎研究所と共同し、従来のGPS等の技術だけでは困難だった屋内の案内を行う高精度の音声ナビゲーション・システムを開発。東京都中央区の商業施設「コレド室町1～3」および隣接する日本橋室町地区の地下街において、同システムの実証実験を実施しました。

清水建設の常務執行役員であり技術研究所長と技術戦略室長を兼務する石川裕氏は、「IBMと共同研究を進めていた過程で国土交通省と意見交換を行う機会があり、関東地方整備局のプロジェクトの一環として効果を実証することになりました。最大の地権者である三井不動産の協力も得て、3社で取り組んできました」と話します。

まずは視覚障がい者、車いす利用者を対象に、2016年12月から2017年2月7日までの約2か月間をかけた実証実験・体験会を実施。続いて2017年2月8日から28日までは一般の買い物客や訪日外国人を対象とした公開の実証実験を実施し、延べ400人を超える参加者を得ることができました。

「さまざまな建築物を社会に提供している弊社は、あらゆる人々が生き生きと生活できるインクルーシブな街づくりを推進していくことを自らの使命としています。そのためにも建築におけるユニバーサル・デザインとICTによるアクセシビリティ技

清水建設株式会社
常務執行役員
技術研究所長
技術戦略室長

石川 裕 氏



術を高度に融合させていく必要があるのです。今回の実証実験は、その技術が実用レベルに達していることを確認することが最大の狙いです」と石川氏は強調します。

高精度の屋内測位を実現した 新たなナビゲーション技術の確立を目指す

屋内外を問わないナビゲーションを実現する上で、欠かすことができない基盤のひとつが高精度の屋内測位を実現する技術です。清水建設は、このテクノロジーの研究開発に2001年から取り組んできました。

「もともとは建物内での人の行動にあわせた快適な環境の提供や安全性の確保をテーマとする研究を開始したのが発端で、その第一歩として屋内における人の位置情報を正確に検知することに取り組みました。PHSの構内基地局を使って当該エリアにいる人数を把握することからスタートし、無人になった部屋の照明を消したり、多くの人が入り出す部屋の空調の強弱を調整したりといった、建物環境をリアルタイムに制御するアルゴリズムを開発しました。この技術を自社保有している建物のビル管理システムに応用し、省エネ運転などに活用してきました」と石川氏は当時を振り返ります。



清水建設株式会社
技術研究所
上席研究員

貞清 一浩 氏

さらに清水建設は、GPSによる屋外測位の高精度化や日本で整備が進められている準天頂衛星システム「みちびき」の動向とともに、屋内においてもセンサー技術や無線通信技術を活用して個人を特定しながら位置や行動を検知することが可能となってきたことに注目。「建物内の位置情報を世界測位系の地図情報と結び付けることで、屋内外をシームレスに案内できるシステムを実用化したいと考えました」と石川氏は話します。

なお、我が国では、3次元地理情報をG空間データセンターに集約し、業界横断で活用していくという計画を進めています。清水建設はこうした国の施策とも連携しながら、ナビゲーションに関する一連の研究開発を推進しています。

ハードルの高い視覚障がい者への対応がユニバーサル・デザインに近づく道となる

堅実な歩みを進めてきた清水建設の取り組みが、新たな転機を迎えたのは2014年のこと。当時の清水建設社長であった宮本洋一氏とIBMフェローの浅川智恵子が出会ったことがきっかけとなり、先に述べた音声ナビゲーション・システムの共同開発に向けた両社の協業がスタートしたのです。

自身も視覚障がい者である浅川は、「視覚障がい

者にとってなにより嬉しいのは、一人で買い物を楽しんだりレストランを探したり、自由に街を楽しむこと」という目標を掲げ、アクセシビリティ改善のための研究開発を長年にわたり推進してきました。その前向きな活動に共感した宮本氏は、「共同研究を行うならば、それぞれの分野で最も進んだ企業をパートナーに選ぶのがベストであり、ナビゲーションに関してはIBMが世界の最先端を走っている」と判断し、協業を決定しました。

こうして清水建設とIBMの両社がタッグを組んで目指すことになったのが、「バーチャル点字ブロック」というコンセプトです。視覚障がい者にとって点字ブロックは移動時の重要な手がかりとなっていますが、逆に言えば、点字ブロックのないエリアに入ると移動は途端に困難になってしまいます。簡単には敷設できなかった点字ブロックですが、何らかの形で仮想化できれば、いたるところに張り巡らせることが可能となり、ひいてはどこにでも自由に移動できるようになるという発想が、この構想の原点となりました。

もちろん、ここでターゲットとするのは視覚障がい者だけではなくありません。点字ブロックをコンセプトとしつつも、対象はあくまでも万人です。

「スマートなナビゲーション技術のあり方を検討する中で、最もハードルが高いと考えられたのが視覚障がい者への対応でした。この高いハードルにあえてチャレンジすることでこそ、あらゆる人々に役立つ建物のユニバーサル・デザインやアクセシビリティに近づくことができるのです」と話すのは、清水建設技術研究所上席研究員の貞清一浩氏です。

具体的にどのような方法によって、多様な属性を持った利用者に対してそれぞれに適した誘導を行い、目的地まで快適に案内することができるか——。そこで両社がたどり着いたのが、広く一般に普及しているスマートフォンを活用する方法です。

一般利用者には最短コース、車いす利用者には階段や段差のないルート、視覚障がい者に対してはよりきめ細かくルートや進行方向、周辺の情報

を案内することで、障がいの有無や程度に関わりなく、誰もが街歩きを楽しめるようにすることを目指しました。

**平均位置推定誤差は1~2m程度
世界最高レベルの屋内測位精度を確認**

ただ、貞清氏自身も「ハードルが高い」と話すように、視覚障がい者のナビゲーションは簡単ではありません。最大の課題は、的確な方向転換の案内です。

構造が複雑な建物内では、例えば「右斜め前方45度の方向に進む」といった細かい誘導が求められるほか、間違っただけでルートを外れてしまった場合に、現在位置からあらためて正しく誘導し直してくれるリルートなどの機能を実装する必要があります。

方向転換については、単純に方向を指示すれば済むわけではありません。何の前触れもなく、ただ「右に曲がる」と言われても、周りの状況がつかめず、正しいタイミングで方向転換をすることは困難です。「10m先、警告ブロックのところで左に曲がる」「9m進み、正面のエレベーターを使って3階へ上がる」といったように、利用者が周辺状況を確認しながら進むことができるように誘導する

必要があります。また、エレベーターに乗った際にも「出口に向かって右に操作ボタン。点字あり」というように、既存の施設を有効に利用できるようなするための配慮も欠かせません。

そこでの大前提となるのが高精度の屋内測位技術であり、得られた位置情報と当該建物の詳細な歩行空間の情報を組み合わせることで、はじめて構想に近い音声ナビゲーション・システムを実現できるのです。

さらに、その上で解決しなければならないのが、コストと工期に関する問題です。「弊社はいかなる技術に関しても、研究開発を手がけたものは必ず社会実装まで持っていくことを基本スタンスとしています。実用化のためには特殊なシステムであってはならず、できるだけ負担が少なく短期間で導入可能な現実的なソリューションとして提示しなければなりません」と貞清氏は話します。

これらの課題を解決すべく清水建設とIBMは、汎用的なテクノロジーを最大限に活用するという方針で臨みました。

具体的には、BLEビーコン (iBeacon) をはじめ、スマートフォンに内蔵された加速度計や気圧計などの各種センサー、IBMとカーネギーメロン大学 (CMU) が共同開発するオープンソース・プロジェクト Human-Scale Localization Platform の成果

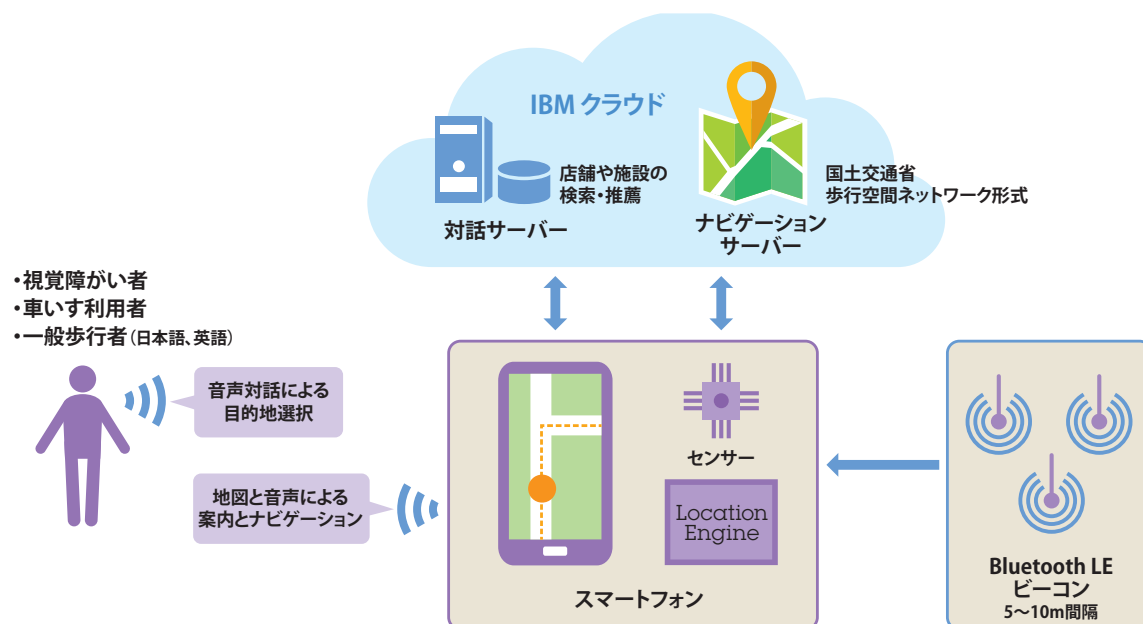


図1. 高精度な屋内外音声ナビゲーション・システム 構成要素

を活用した音声ナビゲーションアプリ「NavCog」など、すでに多くの実績に裏付けられたテクノロジーを優先的に採用。清水建設が位置情報取得のための屋内測位インフラおよびナビゲーション用地図（歩行空間ネットワーク）を構築し、IBMは屋内測位のための電波データ計測とアルゴリズムを開発するという役割分担のもと、音声ナビゲーション・システムの研究開発を進めてきました（図1）。

今回の日本橋室町地区を対象とした実証実験では、約200個のビーコンを天井裏など目立たない場所に5～10mの間隔で設置。各種センサーを搭載した電動車いすを現地で縦横に走らせ、ビーコン電波の強弱をきめ細かく測定するとともに、そのデータを機械学習させることで、短期間で高精度な屋内測位のモデルを作り上げました。こうした技術のインテグレーションおよびチューニングを重ねた結果、一般的なスマートフォンを用いて、位置推定の平均誤差を1～2m程度に抑えることに成功しました。

「今回の実証実験から得られた屋内測位の精度はまさに世界最高レベルにあることを確認できました。視覚障がい者の方の方向転換についても屋内の環境情報をあわせて提供することで、非常に高い成功率を確保することができました。最重要テーマである視覚障がい者の自律移動支援の実用化にも大きく近づいたと言えます」と貞清氏は手応えを示します。

新たな気づきや体験から 本当の価値が生まれる

もうひとつ清水建設が、今回の音声ナビゲーション・システムの研究開発で徹底してこだわったのは、単に効率的なルートを案内するだけにとどまらない付加価値の提供です。

例えば利用者が「3歳の子どもを連れてケーキを食べに行きたい」というように自分の行きたい場所や意図をスマートフォンに話しかけると、システムから「○○の魅力は愛され続けるチョコレートケーキです。○○にご案内しますか？」という答えが返ってきます。エリア内にある約100軒のテナントや案内所、トイレなどの施設情報から、利用者の希望に沿った目的地を見つけ出して推薦してくれるのです（図2）。

こうした自然言語によるやりとりを実現したのが、IBM WatsonおよびIBM東京基礎研究所のコグニティブ・アシスタント技術を活用してクラウド上に構築した対話型インターフェースです。視覚障がい者が簡単な操作で目的地を探し出すことを支援するほか、英語にも対応しており訪日外国人の案内にも役立ちます。グルメやファッション、お土産品など、各テナントの特徴や品揃えをWatsonに学習させていくことで、日本での体験をより楽しいものにすることが可能です。

「行きたい場所にたどり着けたとしても、それは



図2. 音声対話による店舗検索～ナビゲーション

利用者にとって当たり前なのに過ぎません。障がいや言語の違いを問わず、出かけた先でこれまで知らなかったレストラン、店舗や施設を発見するなど、あらゆる人々が新たな気づきや体験を得られることに本当の価値が生まれるのです」と貞清氏は話します。

実際に今回の実証実験に参加したモニターからは、次のような声が寄せられました(図3)。

「建物の入口に着いてから困ることが多いので非常に助かる」「もう少し改良されれば、初めての場所で使っても不安なく歩けそう」といった屋内ナビゲーションの実現を評価する意見のほか、「思いついたタイミングで外出できるようになるかもしれない」「外に出る楽しみが増えるので1日でも早く使いたい」「駅とかその周辺で使いたい」といった、街歩きそのものが楽しくなることへの期待が高まっています。

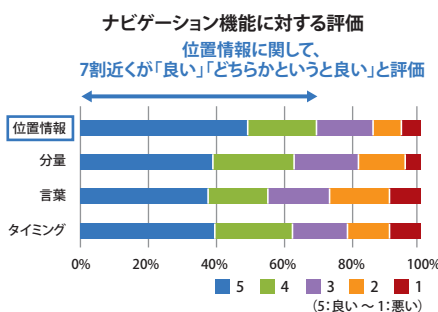
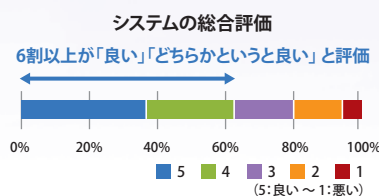
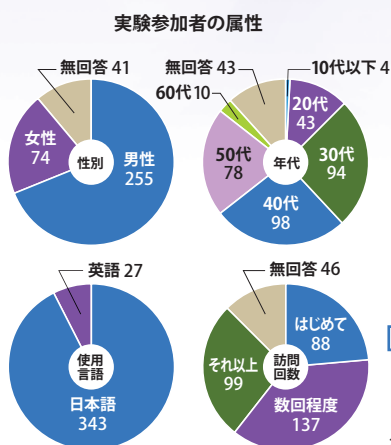
この成果を踏まえつつ、清水建設では音声ナビ

ゲーション・システムの実用化と普及を図っていく次のステップへの取り組みを強化しています。

「2020年のオリンピックに向けて、東京の主要な場所での屋内ナビゲーション技術の活用は、国の主導によって比較的早期に実現する可能性があります。

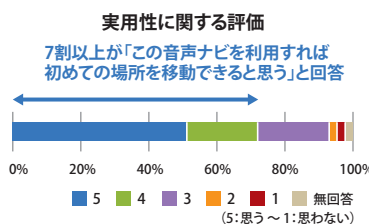
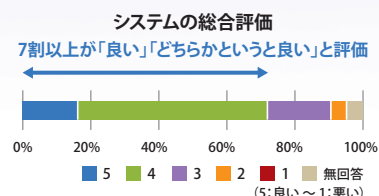
しかし、ビーコンなど必要な測位インフラをより広く整備するためには、民間でビジネスモデルを確立していく必要があります。ナビゲーションの技術を障がい者の自律移動支援のためだけではなく、活用の幅を広げることが普及のためには重要です。今後は、施設への集客が増え、さまざまなテナントを利用者が効果的に巡回するようになる仕組みなど、民間(施設所有者)がしっかりと投資を回収できるようにするための新たなサービス・ビジネスの創出に注力していく考えです」と、石川氏は目の前の課題を見据えつつ、今後を展望しています。

■実証実験：参加者属性とアンケート結果



■実証実験：視覚障がい者によるシステムの評価

- 全盲21名、弱視22名の計43名が参加(白杖35名、盲導犬5名、他3名)
- 自由にシステムを体験していただき、より実際の利用に近い状況で検証



■実証実験：視覚障がい者からのコメント

良かった点	「思いついたタイミングで外出できるようになるかもしれない」	「外に出る楽しみが増えるので1日でも早く使いたい」	利用者の期待は非常に大きい
	「もう少し改良されれば初めての場所で使っても不安なく歩けそう」	「精度が完璧ではなくても参考になるので良い」	
改善案・要望	「建物の入口に着いてから困ることが多いので非常に助かる」	「大学・病院など一人で行けないので便利」	【課題】 ・案内方法の好みや、歩き方の違いなどの個人差への対応 ・盲導犬利用者への対応 ・ナビを活用した歩行方法の訓練 ・「街歩き」を楽しむためのサービスの充実
	「そこう、ららぽーと、ビッグサイト、幕張メッセなどで使いたい」	「駅とかその周辺で使いたい」	

図3. 実証実験 アンケート結果