

ビッグデータと量子コンピュータによる 交通・防災・観光データ分析プラットフォーム

大村 珠太郎

清水建設株式会社 スマートシティ推進室 次世代都市モデル開発部

近年、ビッグデータやデジタル技術を用いて、交通、防災、観光などの地域課題の解決を図るスマートシティへの期待が高まっており、都市計画や開発に対する知見・ノウハウと、ビッグデータやシミュレーション技術に関する知見を高度に掛け合わせる必要があると考え、清水建設とグルーヴノーツ、GEOTRAにて、位置情報などのビッグデータと先端テクノロジーによるシミュレーション技術を掛け合わせたデータ分析プラットフォームの開発に着手しました。

キーワード：量子コンピュータ、交通、防災、観光、データ分析

1. 清水建設のスマートシティへの取組

我が国が目指す未来社会Society 5.0。サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）を意味しております。

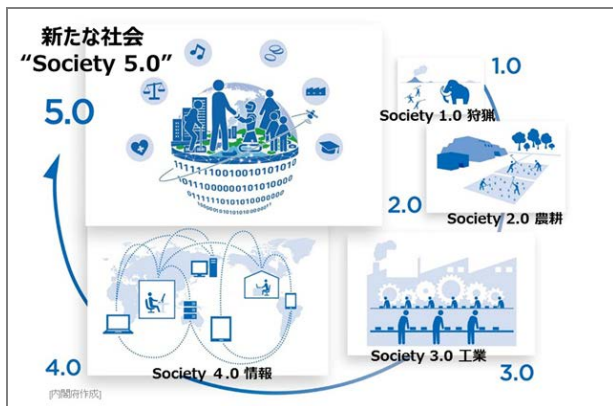


図1 Society5.0

当社も、まさにSociety5.0の先行的な実現の場である、「スマートシティ」の取り組みを推進してきました。その中でも、豊洲エリアでは、2019年5月に国土交通省スマートシティモデル事業において、先行モデルプロジェクトに選定され、同年11月に「豊洲スマートシティ連絡会」「豊洲スマートシティ推進協議会」が設立されました。清水建設は幹事企業の1社として、地方公共団体や豊洲関連企業、技術提供企業と連携しながら、まちの課題解決に向けた取り組みの検討を進めています。住民やワーカー、来街者など多様なステークホルダーが存在し、成長途上にある豊洲エリアにおいて、「デジタルツイン」の構想のもと、都市OS活用によりさまざまな分野でサービス・ソリューションを提供し、個々人の

ニーズ充足と満足度向上、まちの課題解決を目指しております。



図2 デジタルツイン構想

2. プラットフォームの構築背景

近年、ビッグデータやデジタル技術を用いて、交通、防災、観光などの地域課題の解決を図るスマートシティへの期待が高まっています。交通分野では、人口減少や移動需要の変化に伴う公共交通網の再編ニーズがあり、防災分野では、大規模豪雨などの自然災害が益々甚大化する中、災害時に即時的かつ効率的に、復旧に向けた施策を実行する体制を整えることが急務となっています。また、観光分野では、コロナ禍からの回復に向け、観光地における賑わい創出や戦略的な観光施策の提言が求められています。

交通・防災・観光データ分析プラットフォームの開発に着手したのは、スマートシティの実現の一助になると考えており、豊洲エリアだけではなく、日本全国の自治体の地域課題の解決・EBPMの推進につながることを期待しているからです。

3. 推進体制

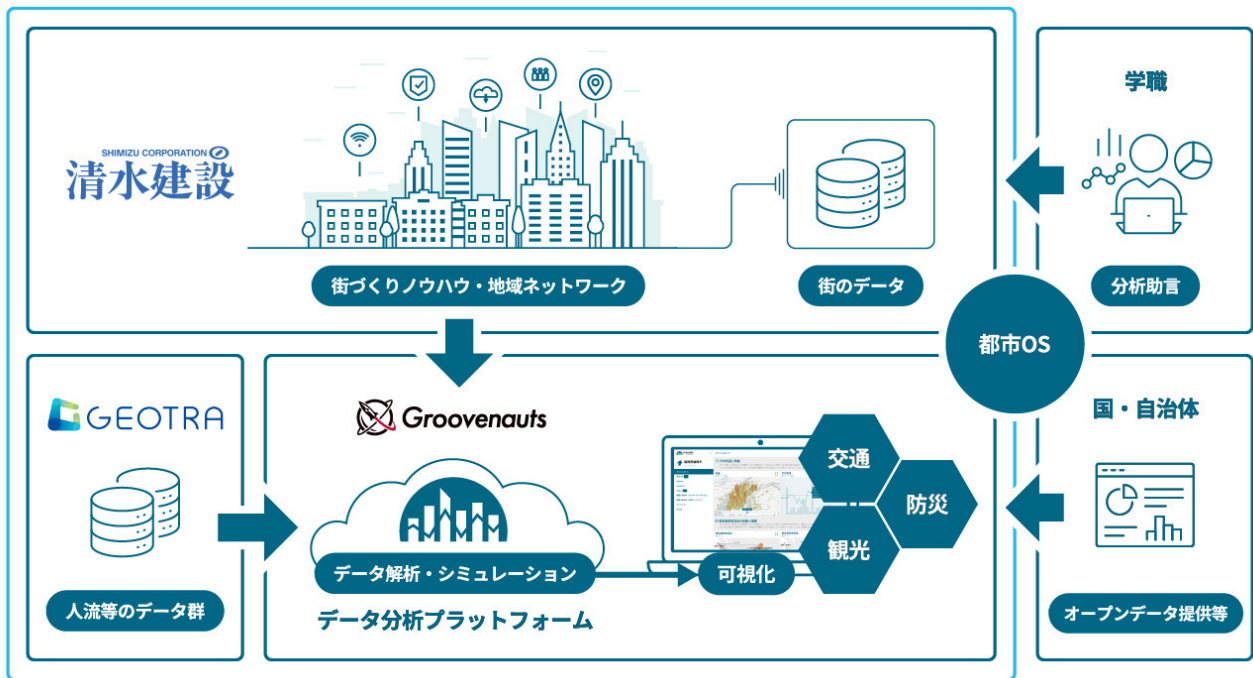


図3 交通・防災・観光データ分析プラットフォーム 推進体制

多様化する地域課題に対して、各分野を横断して分析できるプラットフォームを構築するためには、都市計画や開発に対する知見・ノウハウと、ビッグデータやシミュレーション技術に関する知見を高度に掛け合わせる必要があると考え、清水建設株式会社（本社：東京都中央区、代表取締役社長：井上和幸、以下清水建設）と株式会社グルーヴノーツ（本社：福岡県福岡市、代表取締役社長：最首英裕、以下グルーヴノーツ）、株式会社GEOTRA（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：陣内寛大、以下 GEOTRA）は、位置情報などのビッグデータと先端テクノロジーによるシミュレーション技術を掛け合わせて、交通・防災・観光の最適化を図るためのデータ分析プラットフォームの開発に着手しました。

清水建設は、都市計画から設計・施工、まちの運営サービスまで、自治体と連携したまちづくりを推進しています。その中で、まちづくりのノウハウや地域ネットワークを構築し、建物・街区レベルで収集したデータを保有しています。

グルーヴノーツは、量子コンピュータ/AI/ビッグデータを手軽に利用できるクラウドプラットフォーム

「MAGELLAN BLOCKS（マゼランブロックス）」を通じて、社会や企業が抱える課題解決に取り組んでいます。さらに、地域社会にある様々なデータを組み合わせ、先端テクノロジーを用いて解析を行い、都市の可視化を図る独自のサービス「City as a Service（シティ・アズ・ア・サービス、CaaS）」を提供しています。

GEOTRA は、GPS 位置情報と合成データ生成技術により、これまでの人流ビッグデータと比較し、詳細な人流分析

やシミュレーション分析が可能な「GEOTRA Activity Data」を提供しています。

本開発では、グルーヴノーツ独自の「MAGELLAN BLOCKS」を用いたデータ分析サービス「CaaS」に、清水建設のまちづくりのノウハウや地域ネットワーク、建物・街区レベルで収集したデータと、GEOTRA の「GEOTRA Activity Data」を掛け合わせ、交通・防災・観光の最適化に寄与するデータ分析プラットフォームを構築しました。データ分析においては、国・自治体のオープンデータや学識者の助言も取り入れるなど産官学連携の取り組みにより、交通最適化、地域活性化、都市防災の高度化等の都市課題を総合的に解決し、全国の自治体と連携したまちづくりに活用していきます。

4. GEOTRA Activity Data



図4 GEOTRA Activity Data のデータ生成プロセス

「GEOTRA Activity Data」は、プライバシーを強力に保護した上で、都市内の生活者ひとりひとりの移動が捉えられる事が出来る人流データ（“非集計トリップデータ”）です。

人流に関する情報は、元よりパーソントリップ調査や交通量調査等によって取得され、まちづくりや都市計画領域において中心的な役割を果たしてきました。また、昨今では、ユーザーの方々の許諾を元に、携帯端末からGPS センサや基地局への接続情報等を通じて取得される人流ビッグデータの活用も進んでいます。

一方、そのような人流ビッグデータは、そのプライバシー性の高さから、個人が特定されない様に、複数の集計加工や統計処理を経た上で提供されます。プライバシー保護の重要性が益々高まってきている中、それらの集計加工や統計処理はプライバシーを保護する為に益々重要な工程となる一方で、その過程で、データの粒度が落ちてしまい、自由度の高い分析が出来なくなってしまうという課題がありました。

GEOTRA では、KDDI 株式会社が保有する GPS ビッグデータである KDDI Location Data に、独自のプライバシー保護技術である「合成データ生成技術」を掛け合わせる事で、プライバシーを保護しつつ、詳細な分析が可能なデータを作成しています。具体的には、図5に示す通り、都市内の人流を一人ひとりのトリップ単位で分析可能なデータを作成しています。また、図6に示す通り、性別、年代等の基本的な属性情報に加えて、まちづくり等の分析において重要な情報となる「移動目的」や「移動手段」、OD(origin-destination)情報、移動経路に関する情報、回遊性や滞留に関する分析に利用可能な「滞在時間」、「移動距離」、「移動時間」等の豊富な属性情報を付与しています。本取り組みでは、このような特徴を持つ「GEOTRA Activity Data」を用いて、データ分析プ

ラットフォームの構築を進めています。

データフォーマットのイメージ

ID	性別	年代	出発時刻	到着時刻	移動目的	移動手段	始点(経度)	始点(緯度)	...
034	男性	30代	7:12	8:00	通勤	車	139.11	36.44	...
111	女性	40代	7:14	8:58	通勤	鉄道	139.11	36.44	...
006	女性	60代	7:31	7:54	買い物	徒歩	139.11	36.44	...
239	男性	20代	7:33	8:33	通学	鉄道	139.11	36.44	...
099	男性	50代	8:00	8:45	出勤	鉄道	139.11	36.44	...
542	女性	20代	8:10	8:30	食事	徒歩	139.11	36.44	...
090	男性	30代	8:16	8:40	通院	車	139.11	36.44	...
034	男性	30代	8:00	8:25	食事	徒歩	139.29	34.32	...

図5 GEOTRA Activity Data のフォーマット

項目	値・属性等
性別	男性/女性
年代	20代/30代/40代/50代/60代以上（※10代以下はデータ無し）
居住地	居住地の緯度経度
勤務地	勤務地の緯度経度
移動目的	帰宅/通勤/食事/買い物/アウトドア/食品・日用品購入/通院/エンターテインメント等の場 移動目的が分かる
移動手段	車/鉄道/徒歩/自転車/その他 回遊・滞留が分かる
移動時間	単位：分（移動に要した時間を算出）
移動距離	単位：km（移動に要した距離を算出）
滞在時間	単位：分（滞在先での滞在時間を算出）
出発時刻	0:00-24:00
到着時刻	0:00-24:00 OD・経路がわかる
出発地点	出発地点の緯度経度
到着地点	到着地点の緯度経度
移動経路	OD間の経路情報（利用した道路、路線等）に関する情報

図6 GEOTRA Activity Data のデータ項目

5.交通・防災・観光データ分析プラットフォーム活用事例（東京都江東区）※2022.4 GEOTRA Activity Dataを活用



図7 交通・防災・観光データ分析プラットフォーム活用事例（東京都江東区を対象）

① 東京臨海部における交通分析

Step1:課題の抽出

東京都臨海部では、2030年代半ばに地下鉄8号線の延伸に加え、2040年までに整備予定の都心部・臨海地域地下鉄構想があり、特に江東区では、これらの交通ネットワークの変貌に合わせた、都市核整備の在り方検討が課題となっています。都市核整備を提案していく中で、「現状の交通需要の可視化」と「将来の人口変動・開発動向」を加味した検討が必要です。

Step2:現状の交通ネットワーク・交通量分析

Step3の需要予測を検討するために、現在の交通需要と供給を把握する必要があります。今回は豊洲エリア（豊洲1丁目～6丁目）を例に現状の交通需要の可視化方法を2つ説明します。

I. 豊洲エリア来訪者属性分析

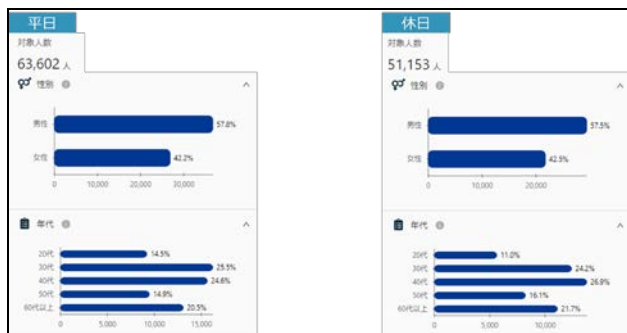


図8 来訪者分析(豊洲エリア)

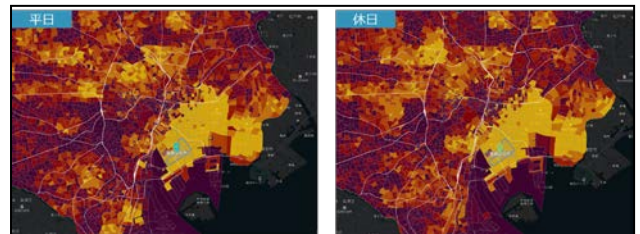


図9 来訪者居住地分布(豊洲エリア)

豊洲エリア来訪者の総人数及び、男女比、年代比、居住地分布など基礎情報の分析を行うことで、どのような属性の人が豊洲エリアを来訪しているのか分析します。図9では黄色のエリアが居住者の多いエリアを指しています。

II. 豊洲駅交通分担率分析(モビリティ種別)

豊洲駅を利用する交通分担率(7時～9時、17時～21時)を以下のカテゴリーに分けて可視化することで、豊洲駅利用者の動向の現状を把握しました。

- 豊洲駅から出発
 - ・豊洲→(徒歩)→豊洲駅→(鉄道)→他エリア
 - ・豊洲→(徒歩)→豊洲駅→(バス)→他エリア
 - ・他エリア→(徒歩)→豊洲駅→(鉄道)→他エリア
- 豊洲駅に到着
 - ・他エリア→(バス)→豊洲駅→(徒歩)→豊洲
 - ・他エリア→(鉄道)→豊洲駅→(徒歩)→豊洲
 - ・他エリア→(鉄道)→豊洲駅→(徒歩)→他エリア
- 豊洲駅で乗り換え
 - ・他エリア→(バス)→豊洲駅→(バス)→他エリア
 - ・他エリア→(鉄道)→豊洲駅→(鉄道)→他エリア

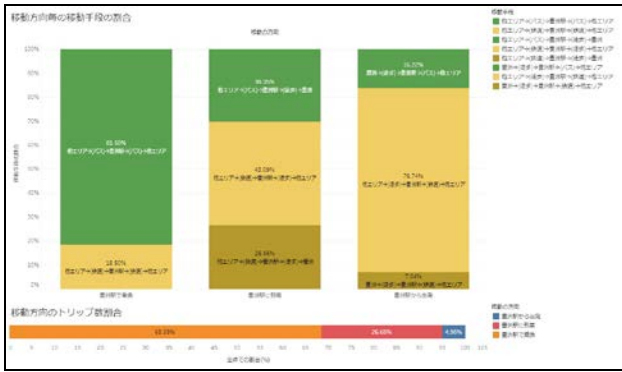


図 10 豊洲駅の交通分担率

Step3: 豊洲駅周辺の交通需要予測

将来の交通需要と供給を予測する手法は管見の限りは確立されていませんが、当分析ではまず、江東区における将来の人口変動予測(国勢調査、東京都、江東区 HP、経済センサス等を参照)と地下鉄の新設や延伸、周辺の開発動向を加味して昼間人口と夜間人口を 2030 年、2035 年、2040 年の 3 つの時点ごとに算出しました。その後、人口増減を参考に、STEP2 で行った豊洲駅の交通分担率の需要の変化を現在の分担率と比較し反映することで、交通結節点の利用者の需要を予測しました。

② 東京臨海部における防災分析

Step1: 課題の抽出

東京都江東区は、内陸部、特に亀戸・大島エリアが海拔ゼロメートル地帯とされ、ハザードマップ上でも、高潮・荒川の洪水等の被害が甚大であるとされています。一方、江東区のうち、臨海部は地区内残留地区に指定されているエリアが多く、特に洪水の被害は内陸部と比較して少ないとされています。江東区の総人口 53 万人のうち、50 万人が高潮による浸水エリアに位置し、城東・深川エリアの避難行動要支援者は 43,368 人いるとされています。

また、自治体主体で高齢者の避難訓練等を行っている板橋区・北区等の荒川下流地域の他区とは異なり、令和3年に改定・公開された江東区地域防災計画では、区民同士で助け合う「共助」の精神を謳っているという特徴があります。しかし、区民だけの力による避難は容易ではなく、行政による一定の助力が必要です。



図 11 江東区高潮ハザードマップ

Step2: 水害時事前避難シミュレーション検討

水害の想定は、台風上陸による荒川堤防決壊を想定し、プラン A・B の2つの対応策を検討しました。

プラン A は、江東区が指定する各避難所をバス・タクシーで巡り、安全とされている臨海部の一時滞在施設等へ避難行動要支援者を輸送することを想定しました。プラン B は、東京都が指定する避難場所までは各自で避難し、避難場所から臨海部の一時滞在施設等へ避難行動要支援者を避難させることを想定しました。

Step3: 水害時事前避難手法の提案

本誌では、プラン A について説明します。江東区の浸水エリアにある避難所(132 か所)を江東区が昨年 12 月に災害時協力協定を結んだ大新東株式会社様の大型バス(45 台)を利用して巡回し、臨海部の安全な一時滞在施設(22 か所)に避難させる計算を、量子コンピュータを使って行いました。避難所から臨海部の避難先への輸送を「組み合わせ最適化問題」として検討しました。結果、避難行動要支援者 43,368 人の内、3 万人を時速30kmのバスで避難させた場合、最低でも 26 時間は必要となりました。

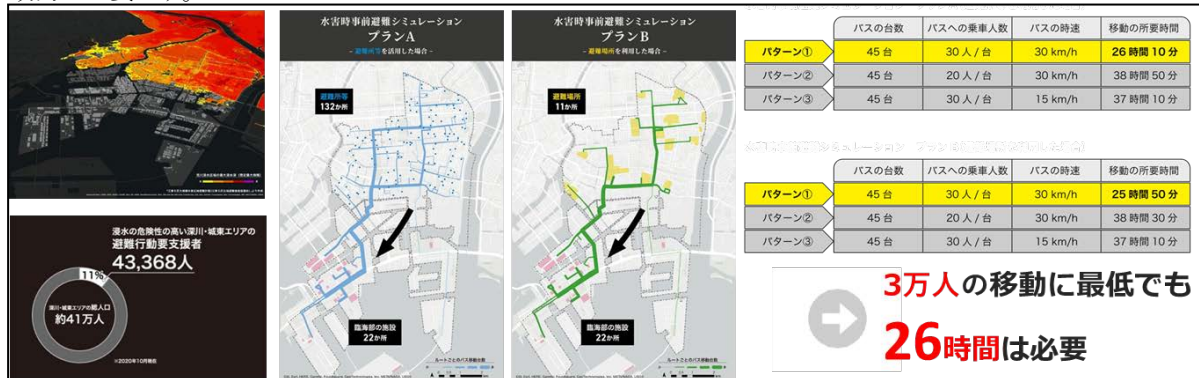


図 12 水害時事前避難シミュレーション結果

③ 東京臨海部における観光分析

Step1:課題の抽出

江東区豊洲エリアの観光分野での課題は来訪者の回遊率です。土曜日の居住者の立ち寄り拠点数が平均 2.12 に対し、来訪者は 1.60 となっています。

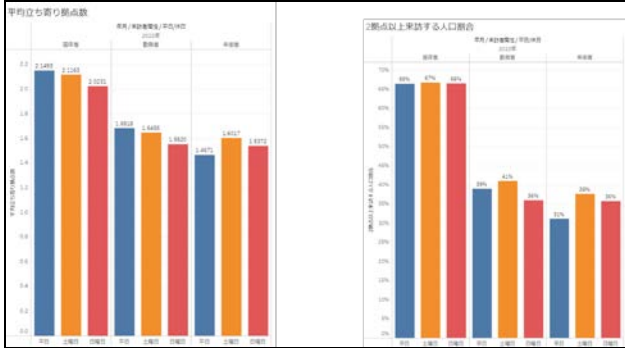


図 13 豊洲エリア内の回遊拠点数(人・曜日別)

Step2: 来訪者回遊分析

I. 豊洲エリアの回遊分析

豊洲エリアの来訪者の回遊状況を平日、土曜日、日曜日(豊洲市場休館)に分類し、午前中、昼間、夜間の3つの時間帯に分け可視化します。メッシュ内での移動が多いエリアでは円が大きくなり、メッシュ間の移動が多い場合、線が太くなります。

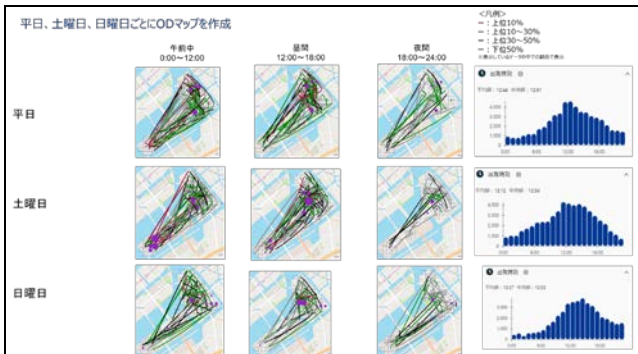


図 14 豊洲エリア内の回遊分析(曜日・時間別)

II. 居住者、勤務者、来訪者の回遊スポット分析

豊洲エリアの居住者、勤務者、来訪者の回遊スポット分析を行うことで、豊洲エリア内外に位置する利用者の多い施設を把握することができます。

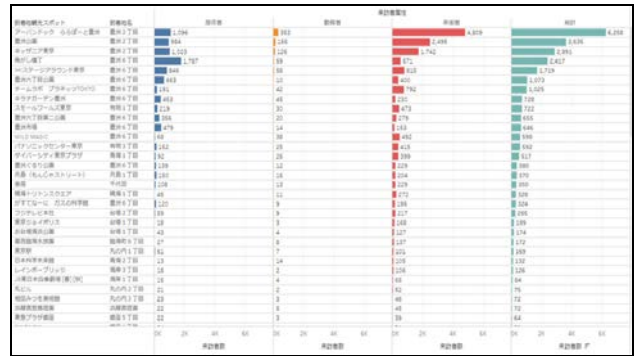


図 15 居住者、勤務者、来訪者の回遊スポット分析

Step3: 回遊施策提案

回遊分析によって求められた、回遊パターンと居住者、勤務者、来訪者の属性を比較分析することで、現状の回遊状況を可視化します。その後、自治体の観光施策と比較し、新たな回遊ルートや観光施策の提案につなげることができます。

6. おわりに (謝辞)

本記事では、ビッグデータや量子コンピュータ等の分析手法を活用した交通・防災・観光データ分析プラットフォームについての開発経緯や分析手法、東京臨海部を対象とした具体的な取り組み状況についてご紹介させていただきました。今後、交通最適化、地域活性化、都市防災の高度化等の都市課題を総合的に解決し、全国の自治体と連携したまちづくりに活用してまいります。

本プロジェクトに多大なるご協力をいただきました株式会社グルーヴノーツ様、株式会社 GEOTRA 様をはじめ、関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

以上