

社会貢献スコアを用いた交通マネジメントの検討

兒玉 崇¹・岩里 泰幸¹・小島 悠紀子²・大藤 武彦³・近藤 亘⁴

¹ 正会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部交通技術課（〒530-0005 大阪市北区中之島 3-2-4）

E-mail: takashi-kodama@hanshin-exp.co.jp

E-mail: yasuyuki-iwasato@hanshin-exp.co.jp (Corresponding Author)

² 非会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課（〒530-6123 大阪北区中之島 3-3-23）

E-mail: yukiko-kojima@hanshin-tech.co.jp (Corresponding Author)

³ 正会員 株式会社交通システム研究所（〒532-0011 大阪市淀川区西中島 7-1-20）

E-mail: daito@tss-lab.com (Corresponding Author)

⁴ 非会員 株式会社 NTT データ（〒135-6033 東京都江東区豊洲 3-3-9）

E-mail: Wataru.Kondo@nttdata.com (Corresponding Author)

近年のデジタル化に伴い、リアルタイムに情報を取得し、最適策を事前評価により導出し合理的に施策を施すデータ駆動型マネジメントが注目されている。交通マネジメントの世界でも、交通デジタルツインを開発し、評価に基づくマネジメントの実装が期待されているが、ユーザアプローチに課題を抱えている。本稿は、交通デジタルツインの活用を前提に、行動変容に伴う社会的効果をスコア化して、ユーザへの戦略的な付与によって交通マネジメントに寄与させることを目指して検討した結果をまとめたものである。

Key Words: digital twin, TDM, gamification, social contribution score

1. はじめに

デジタル技術の発展に伴い、様々な場面で、可視化や最適化の流れが進みつつある。移動においても、自らが実感できる時間や料金などの経済効果に基づく選択では、必ずしも社会的に適切な移動とはならないため、CO₂ 排出量や事故リスクなどの社会的効果指標で移動を評価し、社会的に望ましい移動となるようマネジメントするための手法について、近年議論がされ始めている¹⁾。

しかしながら、個人ユーザ単位で捉えると、それらの指標は凡そ実感の湧きづらいものであり、例えば関心が高かったとしても、ある種の心掛けとして一様に行動しているに過ぎず、状況に応じて適切な行動変容を判断して実行するには実感の湧く情報の活用環境が不十分である。

本稿は、これらの背景を踏まえ、別途、研究開発中の交通デジタルツインの活用を前提に、網羅的な働きかけで多数の行動変容が為された場合の社会的効果に着目し、“社会貢献スコア”という抽象化した指標で扱うことで行動変容に伴う社会的効果の変化を実感させ、ゲーミフィケーション導入による戦略的スコア付与を通じた交通マネジメントへの寄与を目標に検討した結果を報告する。

2. 交通デジタルツインの特徴を活かした交通マネジメントの全体像

(1) 交通マネジメントに有用な交通デジタルツインの特徴

交通デジタルツインは、現実世界（リアル）でリアルタイムに観測された様々なデータを蓄積・解析し、交通流シミュレーションによる交通影響予測を通じて複数の施策の効果を試算し、その評価値（KPI）に基づき適切な施策を導出することで、効果的な交通マネジメントが実行できるように支援することを目的としたものであり、単に渋滞や旅行時間等の予測に留まらず、施策効果まで評価できる施策活用性がその特徴となっている（図-1）。

なお、交通デジタルツインを、流入制御や料金施策などの交通システムマネジメント（TSM）に活用していくためには、シミュレーションに基づく予防制御等が社会に浸透していることが前提となる。そのため、筆者らは、主として交通需要マネジメント（TDM）に活用する方が現状は現実的と考え、交通デジタルツインの開発にあたり、経路変更や時間変更などの移動の形態（OD）の変更による施策効果を評価できることを重視し、交通流

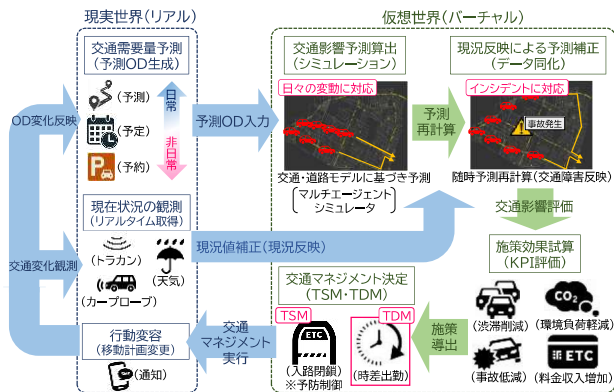


図-1 交通マネジメントに有用な交通デジタルツインの特徴

表-1 入力ODによる行動変容の表現イメージ

	時間変更	経路変更	交通手段変更	
			交通手段変更	パーク&ライド
概要	洗滞する時間をかけて出発(到着)時間を前倒し(後倒し)	洗滞する区間をさせて経路を変更	車利用から公共交通等の利用に交通手段を変更	都心近くまで車を利用し、都心内移動は公共交通を利用
行動変容訴求タイミング	前日が望ましい	予測精度が比較的高い当日でもOK	前日が望ましい	予測精度が比較的高い当日でもOK
入力OD	時間変更されたOD	経路地を有するOD、又は経路情報	ODは削除	目的地が駐車場に変更されたOD

シミュレータにはマルチエージェント・シミュレータを採用した。そして、交通影響の変化の予測を通じ、渋滞緩和など、社会的に望ましい評価値に近づけられるような行動変容（入力ODの変化（表-1）で表現）を合理的に実行させるための戦略について検討を進めている。

なお、これらを実現するには、交通デジタルツインが、リアルタイム交通データ等を予測に即時反映するデータ同化に対応し、行動変容予定を入力ODとして交通影響の随時再評価に反映させられるようなシミュレーション構造となっていることが条件になるだろう²⁾（図-1）。

(2) 交通デジタルツインの特徴を活かしたTDMの方向性

筆者らは、交通デジタルツインの特徴を活かしたTDM手法については大きく2つあると考えている。

施策評価が特徴の交通デジタルツインをTDMに適用させるには、行動変容の訴求パターンを複数想定し、その組合せごとに影響を評価して、その評価値が最良となる訴求パターンを選択するという手法が考えられるが、それには、訴求による行動変容実行の有無のモデル化や、行動変容の実行率に見合った訴求母数の確保が必要となる。

しかしながら、例えば、訴求による行動変容の判断は、働きかけの内容に加え、ユーザーの特徴（属性や嗜好性）や、ユーザーの置かれている状況（行動予定やその際の交通状況）に依存することから、説明変数も多様になると想定されるため、モデル構築の前提として、施策による行動変容の実行有無の実績等を多数蓄積する必要がある（図-2の手法A）。そのため、当面は、デジタルツインの特徴を活かして、評価値自体を動的評価指標（後述の社会貢献スコアに該当）として行動変容を活性化させる材料に活用（行動変容実績の蓄積後はモデル化も想定）するTDM手法の検討を優先する（図-2の手法B）。

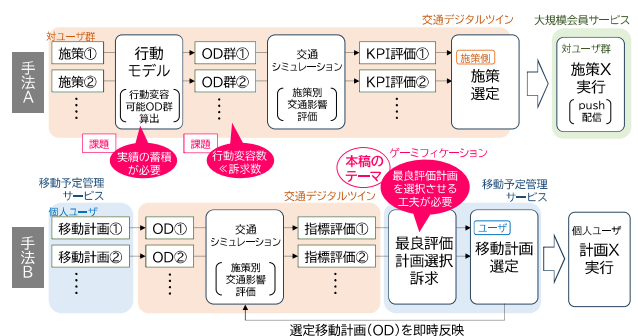


図-2 交通デジタルツインの特徴を活かしたTDMの手法

3. 行動変容施策に適したゲーミフィケーションの特徴

(1) 行動変容に資するゲーミフィケーションの特徴

近年、ゲーム要素をゲーム以外の文脈などで活用する“ゲーミフィケーション”が注目されている。ちなみにゲーミフィケーションが得意とするのは“動機付け”であり、その主用途としては、行動の変化、スキルの習得、イノベーションの促進などが一般的に挙げられている³⁾。しかも、所謂デジタルゲームには、プレイヤーの“継続性”を維持するためのノウハウが蓄積されていることから、その知見・技術を活用すれば、社会的には望ましいが利他的な行動変容であっても、実行・継続を後押しできる手法となるかもしれない。以上を踏まえ、ゲーム要素を過年度に整理した結果を表-2に示すが、これらの要素は行動の定量評価と絡めていくことにより継続性に寄与することが期待されるものである⁴⁾。そのため本稿では、動的評価指標（社会貢献スコアに該当）を軸にゲーミフィケーション技術を加えたTDMについて、行動変容の一層の活性化や継続性向上を期待し検討することにした。

(2) ゲーミフィケーションによる動的評価指標の活用

ここで、ゲーミフィケーション技術との相性等を鑑みると、社会的には望ましいが利他的な行動変容を実行・継続させるために必要な移動支援サービスのあり方は、

表-2 ゲーム要素（概念）の整理

ゲーム要素（概念）	概要
ポイント	何らかの活動の対価として得られるもの
バッジ	何らかの目標を達成したときに付与される勳章的なもの
リーダーボード	提示されることで向上心が高まる上位記録者のリスト
プログレス	離脱を防ぐために提示する活動の進み・残り具合などの進捗
チャレンジ	挑戦、実現が簡単ではない目標を立てて挑む活動
レベル	活動を積み重ねることで達するプレイヤーの習熟度
リワード	ポイント等と引き換えに入手できる報酬
タスクアンロック	進捗に伴う成長によってできることが増えていくこと
チームプレイ	意欲増大が期待される目標達成のために集団で行う協力活動
時間制限	損失回避意識を刺激するチャレンジやバッジ獲得における時限措置
ストーリーライン	活動に使命感を持たせるために背景や物語を活動に絡めること
ソーシャルネットワーキング	SNSなどで社会、メンバとつながることで高まる協働意識などの連帯感
仮想グッズ	集める・揃えることに対して意欲が湧く収集できるモノ
振り返り	改善意識の芽生えや過去の達成感を回顧できる履歴の確認行為

- ・交通状況のリアルタイムでの推定・予測に基づき移動の比較評価ができること。
- ・その評価は多様な指標（利己的評価、利他的評価）を有する動的なものであること。
- ・評価された個々の成績等をリアルタイムに更新・提示が可能な登録サービスであること。

などが要件となるだろう。換言すると、ゲーミフィケーション技術の導入により社会的には望ましいが利他的な行動変容を実行・継続させる TDM は、登録を前提に、リアルタイム交通データを用いた動的な比較評価が可能なデータ駆動型サービスの採用が望ましいと整理できる。

以上を踏まえ、筆者らは、交通デジタルツインで算出した動的な評価指標を活用したデータ駆動型サービスを開発する予定である。なお、本稿は、次章以降、同サービスにおいて行動変容の訴求材料として活用を検討中の動的評価指標（後述の社会貢献スコアが該当）に着目し、行動変容をより一層活性化させるための創意工夫として、ゲーミフィケーションの適用性を整理した結果を述べる。

4. 社会貢献スコアを用いた行動変容施策構築

(1) 社会貢献スコアの定義

従来は、旅行時間の短縮や旅行費用の削減などの経済効果の獲得が行動選択の主要因と考えられていた。一方、二酸化炭素排出量の削減やエネルギー消費量の削減、交通事故のリスク低減など、社会的に望まれる環境を作り出すといった社会的価値についても行動選択の動機になり得るとは考えられていたものの、個人単位では行動による社会的効果が実感しにくかったり、評価指標も多種多様で煩雑になることで、行動変容のメカニズムが複雑でわかりにくくなってしまいうという課題を抱えていた。

以上を踏まえ、筆者らは、前述した社会的に望まれる環境を作り出すことにつながる行動を実行するに際し、選択の動機を高める要因として、“社会貢献スコア”を位置付けたいと考えている。なお、社会貢献スコアは、社会的に望ましい利他的な行動への変容に伴って、交通デジタルツインにより算出された社会的効果（行動変容に伴って回復する社会的損失量）を一般化費用換算して集約したシンプルな動的評価指標（図-3）と定義した。



図-3 社会貢献スコアの構成

(2) 社会貢献スコアの適用の考え方と活用性

ここで、社会貢献スコアは、個人、組織（企業（事業所）・団体等）、地域（地域社会・自治体・管理者等）を対象としているが、影響範囲の社会的損失の回復量に対し、個人の行動による効果は極めて小さいことから、社会的効果に係る指標に関心があっても実感することは個人では困難だろう。そのため、効果を抽象化し、その貢献度を実感できるような可視化の工夫が必要と考えた。

さらに個人ユーザの関心の低さを鑑みると、社会的には望ましいが利他的な行動変容を促すうえでは、対個人の場合、例えば、抽象化したスコアの獲得に対する興味を刺激し、達成感などを感じさせる仕掛けも必要と考えている。そして、その工夫を通じスコア獲得意識の醸成を図り、結果として社会的に望ましい利他的移動を選択するモチベーションとして機能させることを目指したい。

同様に、対組織でもスコアの活用は有効と考えている。組織の場合、所属ユーザの蓄積したスコアを組織単位で集計・蓄積することで組織の活動として評価できるため、そのことが、組織の所属ユーザが協力して取り組むうえでのモチベーションにもなることを期待している。また、社会貢献スコアという建前上、企業の社会的取組を評価する指標としても有用と考えている。例えばスコア獲得上位組織に対して社会的評価や顕彰が為されるようになれば、組織のモチベーション向上への寄与も期待される。そのため組織単位での取組を後押しする社会貢献スコアに基づく社会の評価を具現化する為の検討も重要だろう。

最後に、対地域の場合だが、地域単位ともなれば社会的効果も比較的大きなものになることからスコアにより抽象的に表現するよりも具体的な実績値により社会的効果を発信し、地域の共創による取組としてアピールする方が地域としてのモチベーションにつながると思われる。なお、取組をさらに発展させるには、社会的に望ましい取組に対し獲得スコアに基づく優遇や支援などの恩恵を与える地域発の仕組みが機能していることが重要であり、地域への期待にはこの後押しも含まれるだろう（図-4）。

このように社会貢献スコアは、社会的に望ましい利他的な行動の計画・実績及びその過程に対する社会的評価

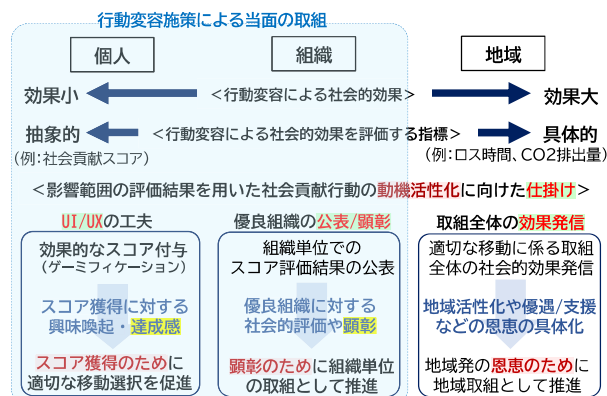


図-4 社会貢献スコアのターゲット別アプローチの方向性

表-3 ゲームフィケーション導入による行動変容活性化戦略

ゲーム要素 (概念)	概念	戦略上の アイテム	戦略上のアイテムの 活用方針
ポイント	何らかの活動の対価として得られるもの	社会貢献スコア	社会的取組を通じて回復した社会的損失を定量化したもの
バッジ	何らかの目標を達成したときに付与される勳章的なもの	懸賞 (メダル等)	社会貢献スコアの●●達成等に併い付与
リーダーボード	提示されることで向上心が高まる上位記録者のリスト	ランキング	社会貢献スコアの月間・週間ランキングの公表
プログレス	離脱を防ぐために提示する活動の進み・残り具合などの進捗	フィードバック	社会貢献スコアの取得履歴の可視化
チャレンジ	挑戦、実現が簡単ではない目標を立てて挑む活動	チーム目標設定	組織自ら設定するチーム目標
レベル	活動を積み重ねることによって達するプレイヤーの習熟度	ステージ達成	社会貢献スコア蓄積によってステージ達成される
リワード	ポイント等と引き換えに入手できる報酬	顕彰 (優遇・支援)	社会貢献スコアの●●達成等に併い付与
タスクアンロック	進捗に伴う成長によりできることが増えていくこと	顕彰 (優遇・支援)	社会貢献スコアに応じた顕彰などにより活動が活性化される
チームプレイ	意欲増大が期待される目標達成のために集団で行う協力活動	チーム目標達成	チーム目標達成に向けた協力行動を促すために設定できる
時間制限	損失回避意識を刺激するチャレンジやバッジ獲得における時限措置	取組強化期間	期間限定のチャレンジスコア
ストーリーライン	活動に使命感を持たせるために背景や物語を活動に絡めること	社会的効果指標 ランキング	活動の社会的価値を認識し、他組織との競争意識を持つ
ソーシャル ネットワーキング	SNSなどで社会、メンバとつながることで高まる協働意識などの連帯感	組織単位の社会 貢献スコア チーム目標設定	組織単位での社会貢献スコアの集計
仮想グッズ	集める・揃えることに対して意欲が湧く収集できるモノ	顕彰 (メダル等)	社会貢献スコアの●●達成等に併い付与
振り返り	改善意識の芽生えや過去の達成感を回顧できる履歴の確認行為	履歴 日報・週報・月報	社会貢献スコアの取得履歴の可視化

(1) 個人ユーザに対する戦略

個人に対して付与する社会貢献スコアは、移動計画時や前日に行う再検討要請時等に付与される取組スコアと、対象の渋滞ボトルネックに対して普段より過大な渋滞が予測される場合などに行動変容の活性化を期待して付与されるチャレンジスコアにより構成させ、これらにより、社会的効果を実感させたいと考えている。さらに、ゲームフィケーション技術を導入し、ステージ達成やランキング、顕彰などの日常的な仕掛けに加え、キャンペーン等によるチャレンジスコアの付与といった特別感を感じさせる仕掛けを実装して、行動変容への関心を高め実行性を向上させられるよう試行錯誤していきたい(表-3)。

(2) 組織に対する戦略

組織に所属する個人ユーザが獲得したスコアを所属組織単位で集計することで、企業の取組として評価できることになり、願わくば、企業の社会的取組を評価する指標としても機能することを期待している。また、スコア獲得上位組織を公表することなどで、組織の社会的価値が向上し、将来的には優遇や支援などの顕彰が生まれる

ことも期待している。なお、所属ユーザの社会的に望ましい利他的な行動が組織の成果として評価される仕組みであるため、チーム目標の設定などの、ゲームフィケーション技術の導入が有効と考えており、これらを通じて組織としての協力活動が活性化し、より一層の行動変容を推進していただけるような環境を提供していきたい。

6. 社会貢献スコアを用いた行動変容の受容性

社会貢献スコアについて、付与の仕方を工夫するとは言っても、関心の低さは不安材料であることから、社会貢献スコア設定に向けた基礎資料を得ることを目的に、アンケート調査を行い、サービスでの説明粒度を想定した提示をしたうえで、社会貢献スコアの受容性や理解度、サービスが推奨する行動への協力意向などを調査した。

被験者は、阪神都市圏に居住又は職場があり、普段、主に通勤や仕事などで自動車を運転するドライバを対象として、2024年5月にWEBアンケートを行った。

その結果の一部を図-7に示す。図-7の左図では、社会貢献スコアも一部となる交通デジタルツインを活用した交通情報の提供に対し理解できる・ある程度理解できるが6割を占めるなど、シミュレーション技術を用いて交通状況を予測しその予測結果を評価した指標(情報)の提供について半数以上が肯定的であることがわかった。また、図-7の中央図より、社会貢献スコアの意味合いについて6割程度が理解できるという見解が得られた。さらに、図-7の右図より社会貢献スコアを用いたサービスが推奨する行動に対して半数近くが協力する意向があることがわかった。

以上から、社会貢献スコアの浸透には時間を要するかもしれないが、一定のアーリーアダプタが存在する可能性が窺えたことから、効果的な広報等によりその意義や活用性を発信していくとともに、社会貢献スコアの蓄積に関心を持たれるようなアプローチのあり方を、実証実験などによる試行錯誤を通じて形作っていくことにより、社会的効果に対する関心も高め、目標とする交通整流化達成につなげていけるようチャレンジを重ねていきたい。

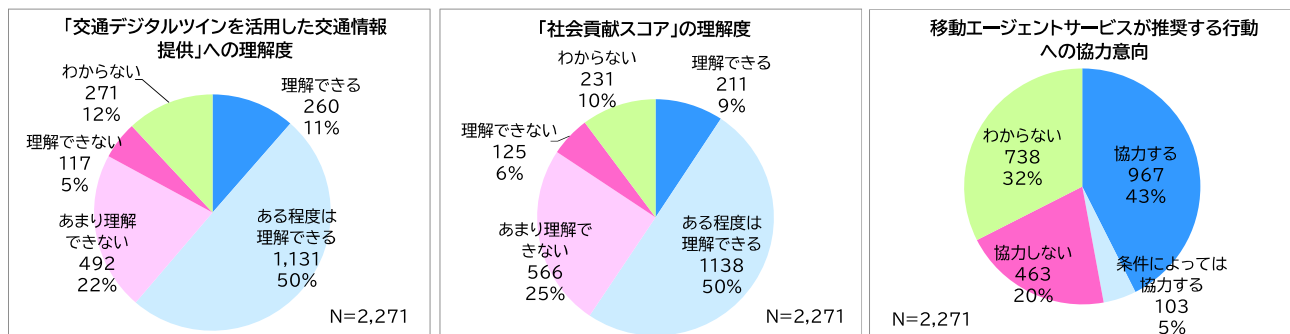


図-7 社会貢献スコア等に関するユーザの反応

7. まとめ

本稿は、デジタル技術の発展を背景に、社会的に望ましい移動を、データ駆動型マネジメントにより推進していくことを目標に、交通デジタルツインを開発し、動機活性化材料への活用を念頭に、動的評価指標として社会貢献スコアを定義し、対象ユーザごとに効果的な活用手法を検討したものである。社会貢献スコアは、特に社会的効果という観点では実感の湧きにくい個人や小規模な組織に対して有効であり、社会貢献スコアに基づく目標設定や協力活動の活性化、その活動が恩恵を得られるような社会の醸成を将来的な目標として掲げつつ、まずは、交通デジタルツインを実装し、社会貢献スコアを用いたサービスを提供する中で、ゲーミフィケーション技術の導入を始めたとした、交通マネジメントにおける効果的なスコア活用のあり方を引き続き検討していきたい。

REFERENCES

- 1) 岩里泰幸, 宇野巧, 兒玉崇: 事故リスク情報を用いた安全運転支援サービスの体系化と実装, 阪神高速技報第 28 号, 2016.
- 2) 兒玉崇, 岩里泰幸, 中田諒, 高島健一, 西村拓哉, 河森大樹: デジタルツインを活用した交通需要マネジメントの構想と社会実装に向けた検討, 第 21 回 ITS シンポジウム 2023, 2023.
- 3) 倉内文孝, 東善朗: ゲーミフィケーションの土木計画への適用可能性に関する文献調査, 第 66 回土木計画学研究発表会・秋大会, 2022.
- 4) 兒玉崇, 岩里泰幸, 川崎雅和, 酒井亮勢, 山下賢一郎: 渋滞緩和に資する行動変容訴求手法の検討, 第 68 回土木計画学研究発表会・秋大会, 2023.

STUDY ON TRAFFIC MANAGEMENT USING SOCIAL CONTRIBUTION SCORE

Takashi KODAMA, Yasuyuki IWASATO, Yukiko KOJIMA, Takehiko DAITO and
Wataru KONDO