

ライフスタイル認証・解析 実証実験 2021 レポート

重田信夫¹ 富田清次¹ 小林良輔¹ 佐治信之² 山口利恵¹

概要： “ライフスタイル認証・解析” は個人の行動パターンに基づく情報で認証する技術であり、さまざまな行動支援や、個人向けサービス提供などの実現を目指している。2017年の1～4月には、5万人規模の実証実験を実施して以来、複数回の実証実験を重ね、認証精度の向上や社会実装に向けての準備を進めてきた。2021年2月～3月に行った実証実験 2021 においては、スマートフォンでの行動データ収集・通知用アプリケーションである MITHRA3 と他の一般サービスアプリケーション(ウォーキング健康アプリケーション)との認証結果の連携を行った。全国で2,880人の実効被験者を集め、行動データの収集とアプリケーション間連携動作の確認をすることができた。また、得られた行動データの特性を分析し、地域特性の違い等について考察を加えた。

本論文では実証実験 2021 の概要と得られた行動データの特徴を確認し報告した。これらのデータのライフスタイル認証・解析としての本格的な研究での活用は引き続き進めつつ、今後の社会実装に向けた進展に活用する。

Experiment 2021 Report on Lifestyle Authentication and Analysis

NOBUO SHIGETA¹ SEIJI TOMITA¹ RYOSUKE KOBAYSAHI¹
NOBUYUKI SAJI² RIE Shigetomi YAMAGUCHI¹

1. はじめに

現在、多く利用されている個人認証手法の一つとして ID/パスワードがあるが、この利用にはユーザの負担も大きい。この解決のため、人の行動習慣を個人の特徴と捉えて認証要素の一つとする“ライフスタイル認証・解析”を提案している。(図 1 参照) [1][2]

MITHRA (Multi-factor Identification / auTHentication ReseArch) プロジェクトでは、個人のスマートフォン等から得られる様々な行動データを用い、リテラシーに頼らない個人認証や個人向けの行動支援、個人向けサービス提供などの実現を目指して研究と実験を進めている。

2017年の1月～4月の実証実験では5万人規模の行動データの収集を実施し、20019年1月～4月の実証実験では各種の認証アルゴリズムを研究した。2019年6月～8月の実証実験では無人販売装置で実際の決済システムとの連携を確認した。ここで得られたデータを活用してライフスタイル認証・解析の研究に役立ててきた。 [3][4][5][6][7][8][9][10][11][12][13][14][15][16][17][18][19][20][21]

この成果を社会基盤として実装していくには、応用分野の広がりを進めていくことが肝要となる。我々はライフスタイル認証の結果を他の認証を必要とするサービスシステムと汎用的に連動させることに取り組んでいる。



図 1 第4の認証要素としての「行動」

2. 関連技術の動向

2.1 オンライン型の本人特定の現状

オンラインサービスを新たに利用開始する場合等、一般的に新規アカウント作成時に本人確認を行う。従来型での本人確認の場合、送られてきた本人確認書類とオンライン上の人物との照合を書類処理を含めて行わなければならないため、申込みからサービスの利用まで時間を要する等のデメリットがある。

これを解消するため、電子的な本人確認 (eKYC: electronic Know Your Customer) が普及しつつある。これらをサービスとして提供する専門事業者も増えつつある。

ライフスタイル認証は本人性 (当人性) を評価する技術であり、これらの分野で組み合わせることにより利用機会を得られる可能性がある。

一般的な本人特定の認証サービスの仕組みでは、各事業

1 東京大学大学院情報理工学系研究科
Graduate School of Information Science and Technology
The University of Tokyo
2 株式会社コードノミー, 株式会社インフォコーパス
Codonomy Inc., Infocorpus Inc.

者のサービスアプリケーションと併存する形で認証結果を提供する。(図 2 参照)

また認証要素や実装方式の違いにより表 1 に示すようなサービス事例がある。各事例での認証方式の詳細は公表されていないことも多いが、利用時には次の点を考慮することが大切となり得る。

- ①リスク対策
- ②ユーザビリティ
- ③他のサービス連携時のカスタマイズ性
- ④その他(コスト、時間など)

2.2 ライフスタイル認証の適用性

ライフスタイル認証はこれまでの研究と実証実験により、その信頼性と実用性を高めてきた。またライフスタイル認証はスマートフォンの持ち主の行動データを活用することで当人性を把握するものであり、対面型ビジネスだけでなく、前述のオンライン型の本人特定分野とも親和性は高く、特に上記の②③に有効と見られる。

特徴として、

- 多要素の組合せにより様々な利用シーンに適用できる可能性があること
- ユーザビリティにおいてはスマートフォンを持ち歩くだけ特別な操作が不要であること

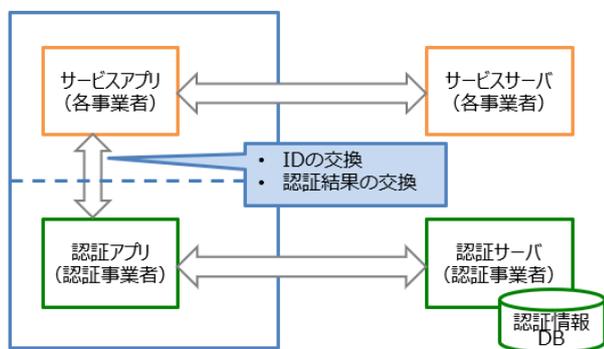


図 2 オンラインサービスと認証サービスの組合せ

表 1 認証サービスの事例

事例#	使用する認証要素	利用方法	収集期間
1	顔認証 (本人確認書類とカメラ撮影した画像の照合)	ブラウザ	認証精度や利便性は各事業者で特徴を競っている
2	顔認証 (本人確認書類とカメラ撮影した画像の照合)	専用アプリ	
3	生体認証 (顔だけでなく、声、指紋等の複数の認証要素から選択も可能)	専用アプリ	複数要素の組合せにも対応する

に強みがあるが、さらに今回の実証実験では他の一般サービスとの連携性(カスタマイズ性)についての確認する。

具体的には、ライフスタイル認証アプリと連携する一般サービスとの相互の依存性(交換する各種の ID や連携時に交換する情報の伝達性、互いに独立した粗な関係に構築できるか等)、改造範囲の限定性についても確認する。

3. 実証実験 2021

3.1 概要

実証実験 2021 は、ライフスタイル認証を利用する他のサービスと汎用性のある方式で連携し、先進的なサービス事業者と利用者の開拓を図るものである。

(1) 概要と目的

目的は MITHRA アプリの外部サービスアプリケーションとの連携を確認することである。そのため行動データ収集と認証結果を表示する MITHRA アプリケーション(バージョン 3, MITHRA3 と呼ぶ)を新たに開発した。

これまでの実証実験で使用した MITHRA アプリケーションに加え、他の一般のサービスアプリケーションとの連携機能を追加したものである。

実験で利用する外部アプリケーションは株式会社 ONE COMPATH(ワン・コンパス)のウォーキング健康アプリ「aruku&(あるくと)」である。連携を確認することで、MITHRA3 での認証結果が他アプリケーションとのデータの交換・連携の可能性を確保する。

具体的には、被験者には歩行移動中のライフスタイル認証の結果に応じて、aruku&がもつゲーム性(登場するキャラクターからの依頼達成やプレゼント応募に必要なアイテムカード収集等)と連携することで、MITHRA3 がもつライフスタイル認証機能を利用しつつ、ゲーム感覚で歩行計測や aruku&機能を楽しめるものとした。

今回の実証実験の主目的は、アプリケーション(MITHRA3 と aruku&)間の利用者 ID やデータ等連携動作が正常に行われていることを確認することにある。

連携は両方のアプリケーションを結びつける初期設定時に 1 回の手動での連携操作と、利用期間中、毎日 1 回実施される自動データ連携の 2 つがある。後者は、日々の継続的な処理を確認する必要がある。

(2) 実施時期

2021 年 2 月 1 日(月) ~ 3 月 31 日(水)

(3) 被験者

- 総被験者(延べ総数※1) 3,088 人

※1 インストール後放置や、再インストールした人も含めた延べ人数

- 実効被験者（正常稼働※2） 2,880 人
 - ※2 総被験者から、安定的にデータが収集できた人、ただしデータ分析の目的によりさらに絞り込むことも必要
- aruku&との連携ユニーク ID 数※3 2,394 人
 - ※3 実施期間を通して aruku&との連携が確認できた人。（日々のアクティブな連携数とは異なる）

3.2 実験の構成

(1) システム連携構成

これまでのライフスタイル認証・解析フレームワークに他社サービスとの連携を付加している。システム連携の概念を図 3 に示す。

アプリケーション連携の実現には図 4 に示す通り、初期利用時に特設の Web サイトを用意し、利用者 ID を交換する仕組みを取り入れた。他社アプリ側においては MITHRA3 の起動のためのホームページ URL を表示することとし、汎用性がある方式を構築した。

(2) 端末アプリケーション（MITHRA3）

端末に搭載する MITHRA3 アプリケーションの主な機能は下記のとおり

- 行動データ（位置情報、GPS/Wi-Fi 等）の収集

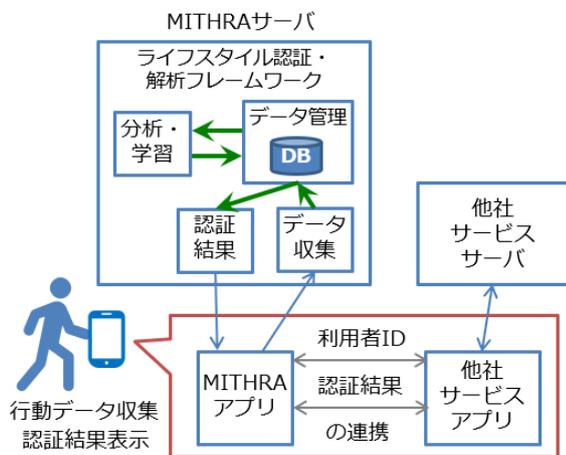


図 3 実証実験 2021 のシステム連携概念

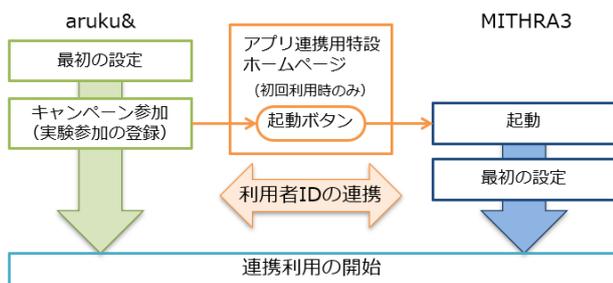


図 4 アプリ間の初期連携

- 被験者への情報提供として、滞在场所と頻度から判断される、自宅・職場・立寄り先を表示する。これにより被験者自身が行動パターンを確認できる。
- 最新の認証結果の表示する。認証結果はテンプレートと現在情報との比較で判定する。認証要素ごとの評価値を統合した値（multi 値）としている。これにしきい値を設定して本人性の判定をおこなう。
- 認証結果により次に述べる「チャレンジ」の成功/失敗という状態が決まる。

(3) aruku&と MITHRA3 のサービス連携について

aruku&では利用者の現在位置に応じて地図が表示され、その中に仮想的な住民キャラクターが表示される。地図上で住民に遭遇すると「○時間内に○歩あるく」などの「依頼」が表示され、達成した場合に賞品応募ができるアイテムとして「カード」が獲得できるものである。

MITHRA3 側ではこれらのゲームの趣旨に沿う設定で、ライフスタイル認証結果の表示を「チャレンジボタン押下」し、その時点での認証結果によりカード（チャレンジ成功時:カード 7 枚、失敗時:カード 2 枚）とスタンプが貯まる仕組みとした。さらにスタンプが 20 個貯まるとボーナスでカードが獲得できる仕組みとした。

これにより利用者はライフスタイル認証による認証状況を積極的に確認できる機会を得られ、その結果、賞品応募が可能となりモチベーション向上が期待できる。

(4) aruku&との連携処理フロー

aruku&との連携は次のように行う。（図 5、図 6 参照）
（図 5 中の白抜き数字は図 6 の画面イメージに対応）

- aruku&利用者は、アプリ内で「実証実験のお知らせ」を参照し、同意した場合、団体登録（実証実験への参加登録）へ進む。次に（図の画面「1」）で実証実験への参加手順を理解したのち、説明の中の URL をタップし「連携ページ」へ進む。URL には、利用者 ID 情報を暗号化して添付している。
- 連携ページ（図の画面「2」）は通常の URL リンクと同様にブラウザで参照できる。アプリ連携（初期連携）のため、「MITHRA アプリの起動」ボタンから先に進む。（この前に MITHRA3 が未入手の場合、アプリ提供サイトからダウンロードすることとなる）
- 連携ページで「MITHRA 起動ボタン」を押すと MITHRA3 の初期設定に進む。この時 URL に付けていた aruku&の利用者 ID も引き継ぐこととなる。実験参加の同意確認等を経て、連携動作が可能となる。
- 利用中に MITHRA3 のチャレンジボタン（図の画面「3」）が押されると、ライフスタイル認証の確認処理が行われ、認証結果に応じて、チャレンジ成功/失敗が決まる（図の画面「4」）。

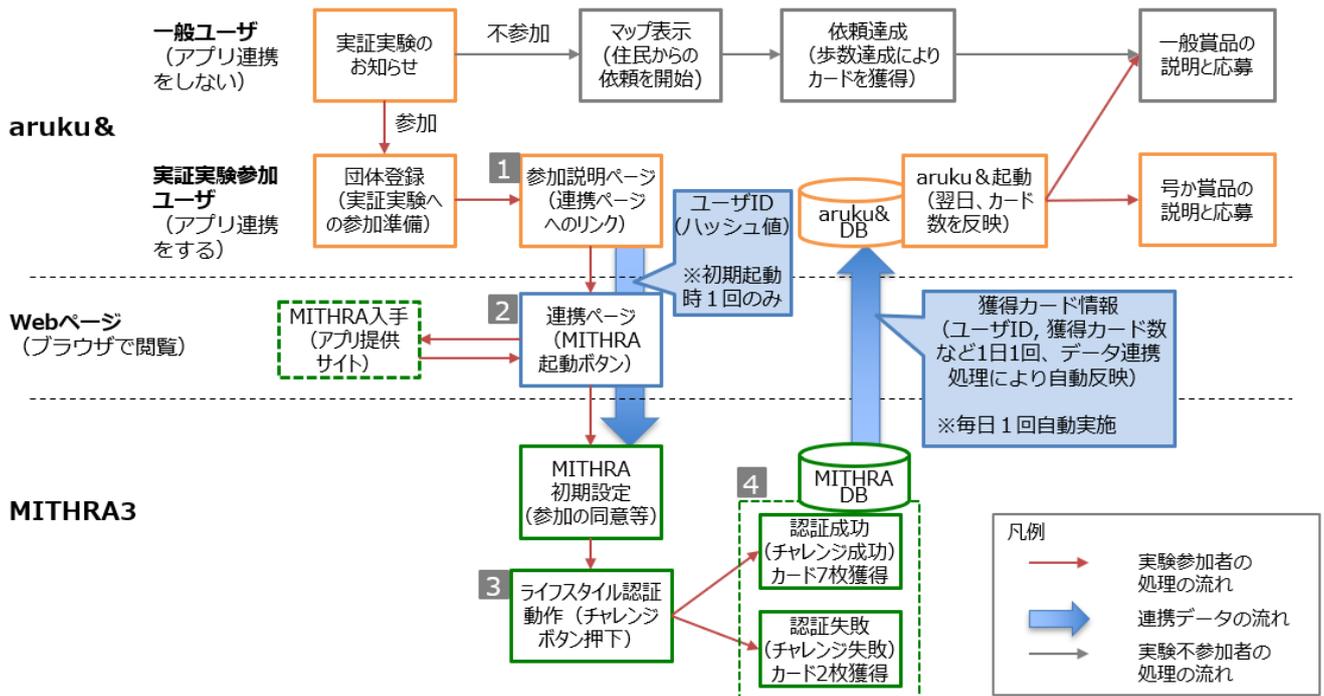


図 5 アプリケーション間データ連携のフロー



図 6 アプリケーション連携時の被験者インタフェース (アプリ画面例)

- 獲得したスタンプやカードの状態は MITHRA3 側で蓄積され、1 日ごとに aruku&側の DB に送信される。蓄積されたユーザ ID、獲得カード数は翌日以降の aruku&起動時に反映されることとした。

(5) aruku&との連携処理のポイント

- 初期連携時
 - 連携のためのインタフェースが連携 HP の URL とそこに含めた利用者 ID のハッシュ値であり、シンプルで依存性抑えた安全性の高い方式とした。

- 日々の連携時
 - 日々の連携では、1 日分の獲得カード数の情報を利用者 ID (ハッシュ値) とともに深夜 0 時以降、aruku&側に送信する。この処理は自動化しており、省力化できるだけでなく、多くの利用者にとって翌朝の aruku&利用開始する前にカードの反映が完了する利便性に配慮した方式とした。リアルタイムにデータを送信する方式よりも全般的なサーバへの負荷が抑えられ、利用者の利便性の低下も少ないこと見込まれる。

(6) aruku&との連携処理の実装方針

MITHRA3 で実現した外部アプリケーション、外部サービスとの連携に関して次の3種類がある。(図7参照) それぞれの一般化した実装方針を表2のとおり定めた。

A) アプリケーション間の連携

MITHRA と連携先 (aruku&) とのアプリケーション間インタフェース

B) プラットフォーム間の連携

MITHRA と連携先 (aruku&) とのサーバ側を含めたプラットフォーム間インタフェース

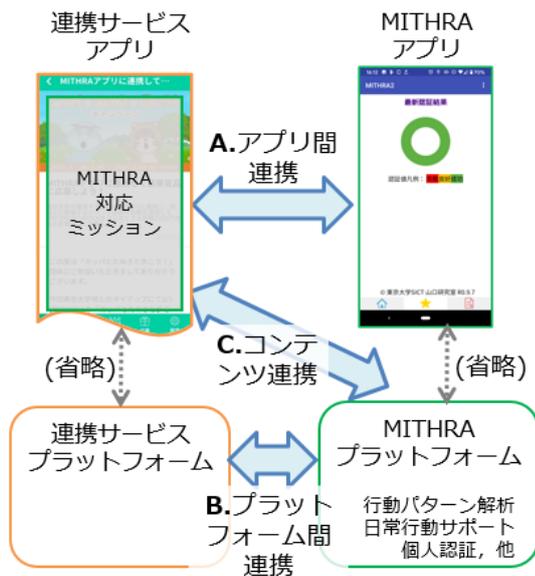


図7 外部サービスとの連携インタフェース

表2 連携関連の実装方針

インタフェース	実装方針
A. アプリ連携	<ul style="list-style-type: none"> 各アプリは基本的に独立して動作 アプリ間呼出しによる連携 (オプション) MITHRA 行動データ取得相当の機能を連携アプリ側に組み込む
B. プラットフォーム連携	<ul style="list-style-type: none"> 連携アプリと MITHRA アプリのユーザ情報を連携 (ユーザ情報の詳細ではなく、ユーザ固有 ID の共有のみ)
C. コンテンツ連携	<ul style="list-style-type: none"> MITHRA コンテンツの URL を連携アプリ側に提供 連携アプリ側で MITHRA コンテンツを WebView 等で表示 (連携アプリ側の改修を極小化)
補足: メリット等	<ul style="list-style-type: none"> 連携アプリ側では MITHRA コンテンツ 個人認証、行動パターン解析、その他 利用 MITHRA 側では MITHRA 認証・解析のユーザベースの拡大
(前提)	<ul style="list-style-type: none"> 連携対象アプリのインストール ライフスタイル認証・解析の行動データ取得手段としてスマホに MITHRA3 をインストール

C) コンテンツ連携

MITHRA プラットフォームと連携先 (aruku&) アプリケーションとのインタフェース

これらにより、MITHRA (アプリケーションとプラットフォーム) と連携先の独立性を確保しつつ、また連携に伴う改修範囲を限定的にすることを狙った。この考え方は今後の連携サービスを拡大する際にも有効であると考えられる。

4. 実験の結果

4.1 被験者の推定位置

被験者の推定自宅・推定職場の位置を推定把握した。この推定においては、被験者の位置情報をプライバシーに配慮し、地理的位置を一辺約 500m の区画にメッシュ化し、存在頻度のもっとも高い場所から順位をつける方法で滞在地点 (第1位~第5位) を確定し、第1位の滞在地点 (メッシュ単位) を推定自宅とし、次に第2位の滞在地点を推定職場とした。全国の分布と、関東中心部の分布をそれぞれ図8と図9に示す。被験者の日々の推移を図10に示す。橙色の折れ線グラフは累積被験者数 (実効) を示す。実験終了時には2,880人となった。

4.2 アプリケーション間連携の状況

MITHRA3 と aruku&との日々のアプリケーション連携状況を同じく図10に示す。青色棒グラフは MITHRA3 で獲得したカードを aruku&に連携した人数 (被験者の中で日々のアプリ連携を実施したアクティブ人数) を示す。紫色折れ線グラフは連携率を示す。

$$\text{連携率 (\%)} = \frac{\text{ある日にアプリ連携した人数}}{\text{その日の全ユーザ数}}$$

(1) 初期連携時

被験者が急増する場面 (実験開始から2~3日の間、中間時の利用促進アナウンス後の15~20日の間) では、連携率の低下が見られ、初期連携処理の遅れが推定される。

連携のため MITHRA3 の最初の起動手順がやや分かりにくいとの指摘もあった。ホームページへの図解解説とヘルプページの追記等を実験中にも拡充を続ける等の工夫をした効果も推定される。

(2) 日々の連携時

実際に使用中、効率的にカードを獲得するにはアプリケーション連携 (MITHRA3 で獲得したカードを aruku&に連携) の利用が前提となるため、ほぼ毎日安定したアプリケーション利用が確認された。

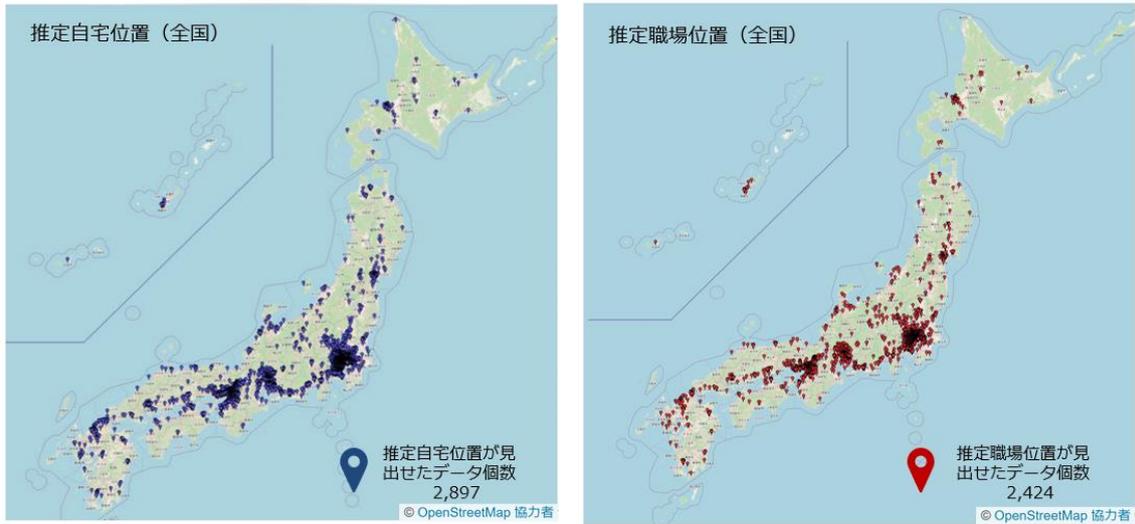


図 8 被験者の分布 (全国)

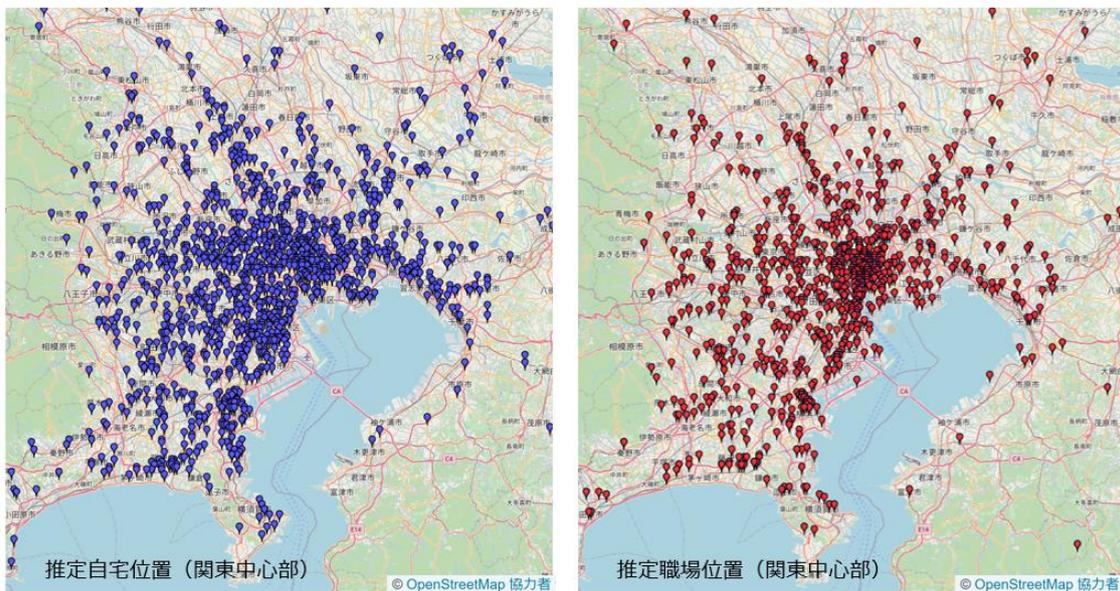


図 9 被験者の分布 (関東中心部)

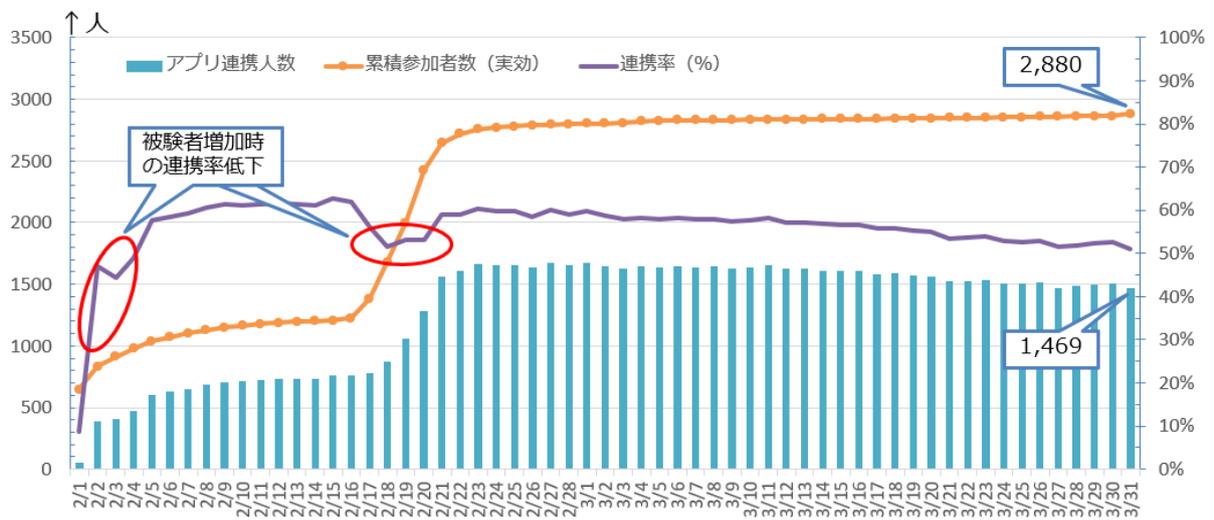


図 10 被験者参加と日々のアプリケーション連携の状況

被験者の連携率の日々の変化は棒グラフに示すとおり。連携に関する技術的問題も発生せず、被験者の約 50~60% がほぼ毎日安定的に連携できた状況が確認できた。これにより日々のアプリケーション連携もスムーズに実施できた。

今後、他の一般アプリケーションと連携する場合も有効な方式であると考えられる。

4.3 その他のデータ分析

アプリケーション連携のほか、収集したデータについても考察した。

(1) 被験者の全国分布

被験者の募集にあたっては、aruku&内の「お知らせ」、共同研究を行っている企業での広報、懸賞応募情報サイト等を活用した。このため被験者の地域的な偏りを検証した。図 11 参照

対比したのは都道府県別人口の割合（総務省統計局「国勢調査」（2020年10月1日現在））と比較した。被験者の都道府県別分布はほぼ人口分布に近い（相関係数=0.954）。傾向としては、三大都市圏では人口分布比率以上の被験者がいたことが分かった。特に東京都内については、共同研究企業への実験参加を要請した影響の可能性も考えられる。

(2) ライフスタイルテキストチャのカテゴリ分類

被験者のライフスタイルテキストチャには、行動スタイルによる類似グループが見受けられる。これらのテキストチャを5つの代表的なパターンとしてクラスタリング(k-means Clustering, クラスタ=5, 対象ユーザ数=2679)した。(図 12 参照)

【分類 (c5_x は各クラス) の内容】

- c5_0 : パターン不明のもの
- c5_1 : 在宅比率が高いもの（在宅勤務者、高齢者などと想定）
- c5_2 : 推定職場が日中に表出（通勤者タイプ）
- c5_3 : 昼間の外出場所が特定できないタイプ
- c5_4 : 行動パターンの周期が週単位ではないタイプ

c5_1 については全国平均で全体の 54% を占める。このタイプ被験者想定として、在宅勤務者、自営業者、専業主婦、高齢者等が考えられる。

以降の検証では、c5_2（通勤者タイプ）のデータを用いて全国の被験者を比較する。理由として通勤者タイプは全国でも比較的均質な集団と仮定でき、移動に関するデータは地域差を確認する場合に比較が容易だと考えられる。

c5_2 に分類される被験者は、590 人。図中で青色が推定自宅、赤色が推定職場であり、朝に自宅を出発し、日中時間帯を職場で過ごし、夕方に自宅に戻るタイプである。

各クラスタリング別の比率（地域差）について東京都・北海道・福岡県の比較を行った結果、図 13 のとおり。福岡県以外では c5_1 高在宅率のクラスが c5_2 通勤のクラスより比率が高い。実験期間においてコロナ禍の影響も想定される。

(3) 通勤関連の移動距離・移動時間

通勤移動の行動を分析するため、c5_2 の中でも推定自宅と推定職場の両方が安定的に確認でき、通勤移動と推定されるデータ量が少なくない被験者を 560 人抽出し、傾向を分析した。ここでは有効サンプル数が 10 人以上得られた 11 の都道府県を抽出している。(図 14 参照)

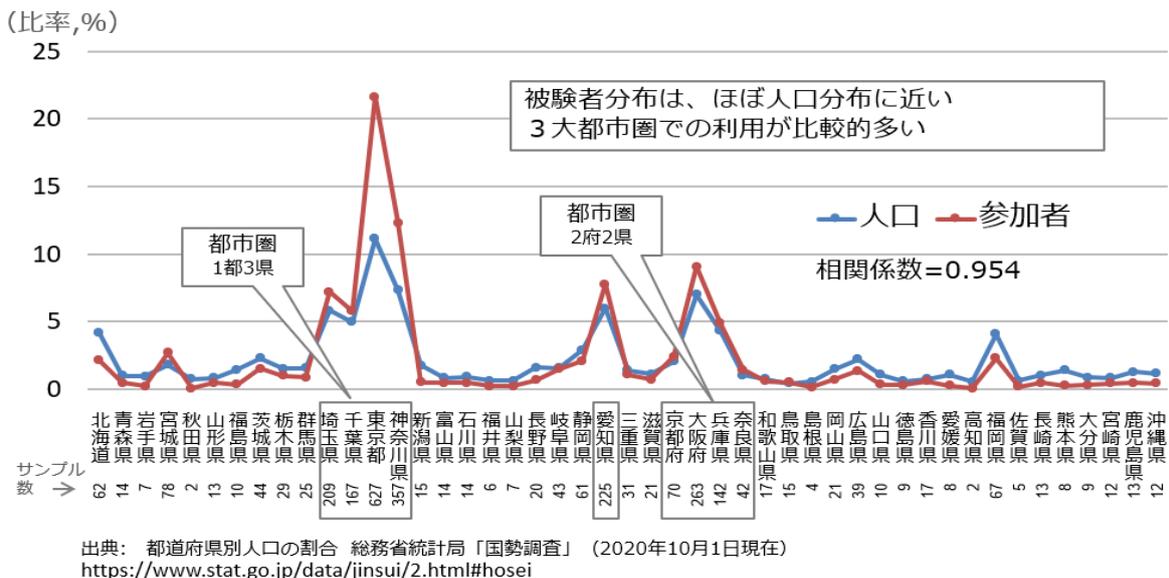


図 11 人口分布と被験者分布

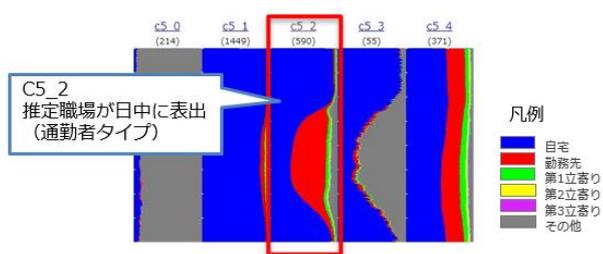


図 12 クラスタリング (5 分類) と c5_2

● 通勤移動距離

図 14 は、推定職場の都道府県ごとに集計し、通勤移動距離の順に並べたものである。

橙色折れ線グラフ：通勤距離（メッシュの中心点間の直線距離としている）距離の長い順に示す。

通勤距離は各地域による差が比較的顕著で長距離は東京都が職場の場合、平均 15.8km、短距離では北海道の場合、5.7km となる。東京都内が職場の場合、神奈川・千葉・埼玉からの通勤者も多く、平均距離を上げていると見られる。

● 通勤移動時間（出勤・退勤）

図 14 の棒グラフは通勤移動の所要時間を示す。必ずしも通勤距離に比例していない。また概して退勤時の所要時間が出勤時よりも長くなるのは退勤時の寄り道（買物等）による生活習慣と考えられる。

● 自宅出発時刻・到着時刻、職場滞在時間

図 15 は推定自宅出発時刻、推定職場での滞在時間、推定自宅到着時刻を示した。

北海道を除いてほぼ大差ない数値となった。職場滞在時間は 9 時間を超える場合も多く見られる。図 15 に示した 11 都道府県の平均は 9 時間 18 分となった。

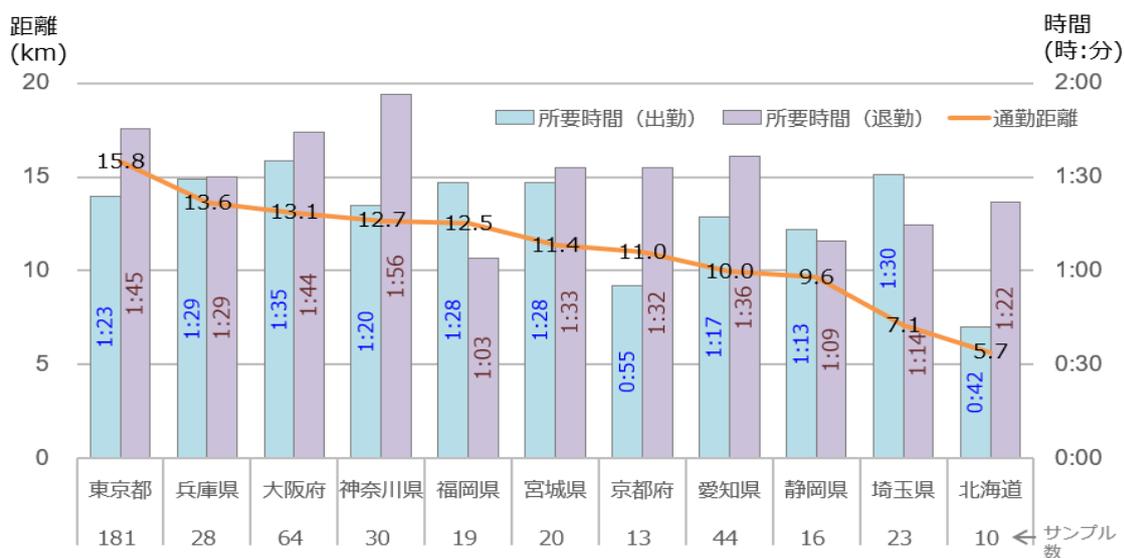


図 14 通勤距離と通勤時間（出勤・退勤）

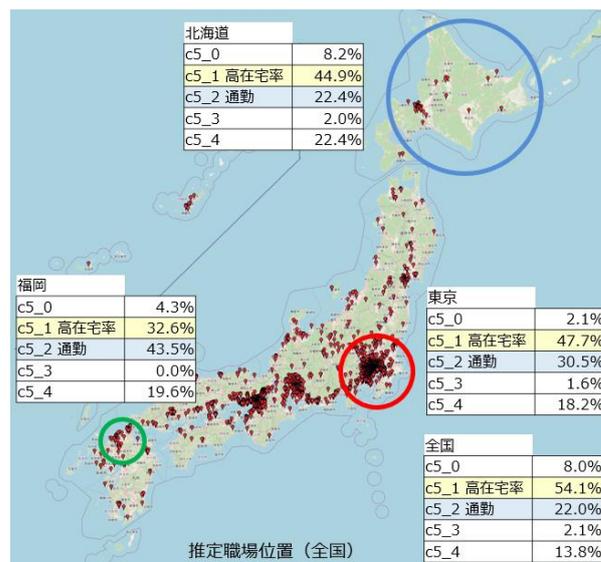


図 13 クラスタリング比率の地域比較例

5. 評価とまとめ

実証実験の実施スケジュールは予定通り遂行し、被験者数規模も当初の想定以上の有効数が得られている。

他のアプリケーションとの認証関連データの連携動作も特に問題はなく確認できた。実験システムを構築する中でも、今後の社会実装を進めるうえで役立つノウハウも得ることができた。

本稿ではライフスタイル認証・解析の実証実験 2021 の実験概要と主目的であるアプリケーション連携の状況について報告した。今後のライフスタイル認証・解析の研究と社会実装に向けた進展に活用する。

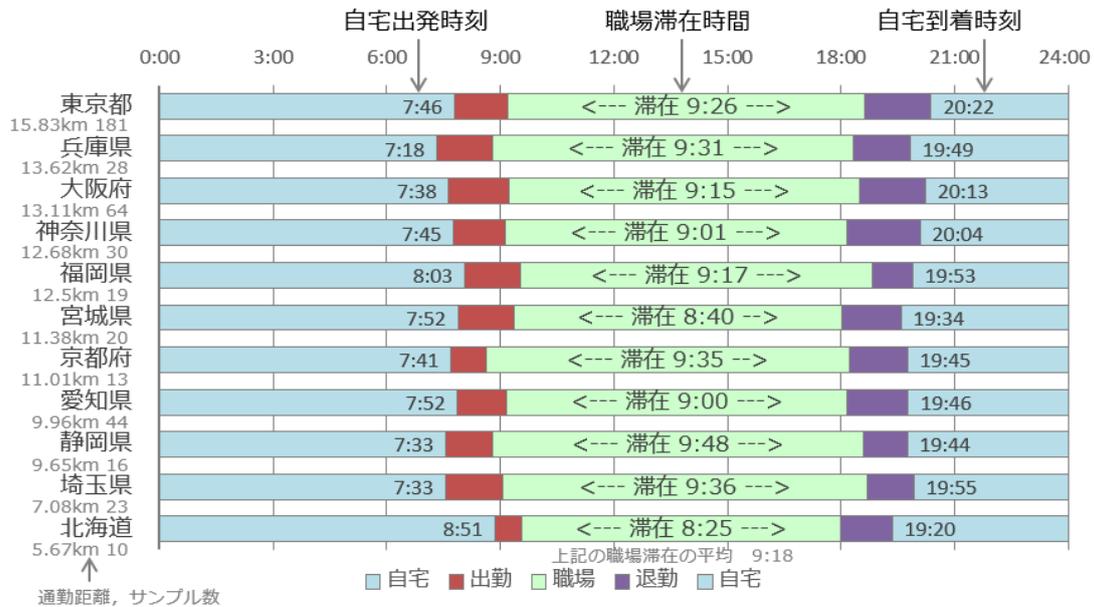


図 15 通勤での出発・到着時刻、滞在時間

商標等について

aruku& (あるくと) は株式会社 ONE COMPATH の商標。

参考文献

- [1] 山口利恵, 鈴木宏哉, 小林良輔: 認証精度の違う多要素・段階認証, コンピュータセキュリティシンポジウム 2015 論文集, pp.795-802, (2015).
- [2] 小林良輔, 疋田敏朗, 鈴木宏哉, 山口利恵: 行動センシングログを元にしたライフスタイル認証の提案, コンピュータセキュリティシンポジウム 2016 論文集, Vol.2016, No.2, pp.1284-1290 (2016).
- [3] 鈴木宏哉, 小林良輔, 佐治信之, 山口利恵: ライフスタイル認証実証実験レポート-MITHRA データセット-, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2017, pp.223-230, No.1H-2 (2017).
- [4] 鈴木宏哉, 小林良輔, 佐治信之, 山口利恵: ライフスタイル認証実証実験-MITHRA プロジェクト-, 暗号と情報セキュリティシンポジウム 2017, No.4D2-1(2017).
- [5] 鈴木宏哉, 山口利恵: 倫理審査, 同意取得, アプリ審査の壁を越えて...ライフスタイル認証実証実験の履歴収集に関して, コンピュータセキュリティシンポジウム 2017 論文集(2017).
- [6] 鈴木宏哉, 小林良輔, 山口利恵: ライフスタイル認証モデルの提案とその評価に向けた実証実験, 日本ソフトウェア科学会第 34 回大会, pp.27-32, [一般 11-3-L](2017).
- [7] 小林良輔, 佐治信之, 山口利恵: ライフスタイル認証の活用事例とその検証: 低リスクシナリオ, コンピュータセキュリティシンポジウム 2017 論文集(2017).
- [8] 疋田敏朗, 小林良輔, 鈴木宏哉, 山口利恵: MITHRA プロジェクトの移動履歴データの解析, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2017 論文集, Vol.2017, pp.231-238 (2017).
- [9] 小林良輔, 山口利恵: MITHRA データセットで Wi-Fi 個人認証その 1, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2017 論文集, Vol.2017, pp.239-244 (2017).
- [10] 佐治信之, 小林良輔, 鈴木宏哉, 山口利恵: MITHRA データセットの再構成とライフスタイルの可視化, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2018 論文集, pp.1566-1573 (2018).
- [11] 藤尾正和, 高橋健太, 鈴木宏哉, 小林良輔, 山口利恵: 携帯端末の移動履歴を用いた本人認証, 暗号と情報セキュリティシンポジウム 2018.
- [12] 重田信夫, 小林良輔, 佐治信之, 藤尾正和, 高橋健太, 山口利恵: ライフスタイル認証・解析実証実験 2019(その 1)レポート, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2019 論文集, pp.928-934 (2019).
- [13] 重田信夫, 小林良輔, 佐治信之, 山口利恵: ライフスタイル認証・解析 実証実験 2019 ステップ 1 のまとめ, コンピュータセキュリティシンポジウム 2019 論文集, pp.9-16 (2019).
- [14] 松岡勝也, Irvan Mhd, 小林良輔, 山口利恵: 多要素認証におけるスコアフュージョンへのニューラルネットの適用, コンピュータセキュリティシンポジウム (CSS2019), pp.734-739 (2019).
- [15] 松岡勝也, Irvan Mhd, 小林良輔, 山口利恵: GPS と Wi-Fi データでの多要素認証におけるニューラルネットを用いたスコアフュージョン手法, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2020), pp.134-139 (2020).
- [16] 重田信夫, 小林良輔, 佐治信之, 山口利恵: ライフスタイル認証・解析 実証実験 2019 (その 2) レポート, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2020), pp.312-319 (2020).
- [17] 松岡勝也, Irvan Mhd, 小林良輔, 山口利恵: ニューラルネットによるスコアレベルフュージョンを用いた電子チラシアプリの閲覧履歴による多要素認証, コンピュータセキュリティシンポジウム (CSS2020), (2020).
- [18] 宮澤晟, トランフンタオ, 小林良輔, 山口利恵: 活動量と GPS・Wi-Fi 情報の相関を利用したライフスタイル認証手法, 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2021), 2021.
- [19] 重田信夫, 小林良輔, 佐治信之, 山口利恵: ライフスタイル認証の攻撃耐性に関する実験報告, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2021), pp.1243-1250(2021).
- [20] 宮澤晟, トランフンタオ, 山口利恵: 活動量と移動中の GPS/Wi-Fi ログの相関を利用したライフスタイル認証手法, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2021), pp.1251-1258(2021).
- [21] 小林良輔, 山口利恵: データ収集間隔を 5 分と 1 時間とした時の Wi-Fi 情報を活用した個人認証手法における認証精度への影響, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2021), pp.1259-1264(2021).