

東京科学大学 産学協働プログラム
「持続可能な社会を支える都市・インフラ学」

2026年3月9日 16:00～17:30

所要時間の日内変動に着目した 公共交通アクセシビリティの都市間比較

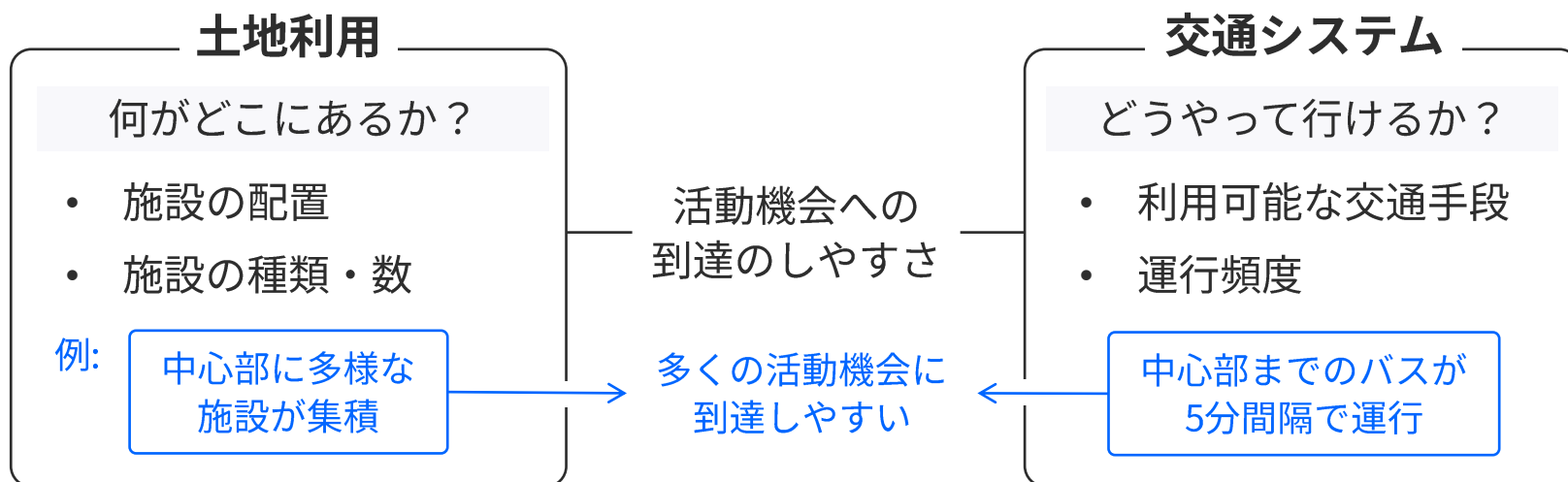
橘 翔太

金沢大学大学院 自然科学研究科 地球社会基盤学専攻

stachibana@stu.Kanazawa-u.ac.jp

- 公共交通アクセシビリティと出発時刻の問題
- 北陸3市の公共交通データの整備とアクセシビリティの計測
- 出発時刻を1分単位で変化させた日内変動の定量的な把握
- 所要時間と変動の関係性の都市間比較

- 誰もが暮らしやすい都市かを評価する指標の一つ
 - ある地点からどれだけ多くの活動機会にどれだけ短時間で到達可能か
(Hansen, 1959. Geurs and van Wee, 2004)
- アクセシビリティを決める2つの要素:



→ 都市ごとに土地利用・交通システムが異なるため、
アクセシビリティも都市によって大きく異なる

- 公共交通の所要時間を決める要素
 - 路線ネットワーク: 乗車時間, アクセス/イグレス時間
 - 時刻表: 待ち時間, 乗換(待ち)時間
 - 特に, 時刻表に依存する時間は, **出発時刻**によって変動
 - | **例えば, 出発時刻が1分違うと…**
 - 停留所での待ち時間が変わる
 - 次のバスに乗らないといけない可能性がある (実質的な待ち時間の増加)
 - 数分の違いでも, 公共交通の所要時間は増減
- 公共交通では, 「いつ出発するか」がアクセシビリティに影響**
- 本研究では, 「出かけたかったときに出かけられる」という実態を反映し, 出発時刻ごとのアクセシビリティの変動を分析

- 従来は**特定の出発時刻**に基づく評価が一般的 (Stepniak et al., 2019)
 - 単一時刻 (例: 7:00出発の所要時間)
 - 複数時刻の平均 (例: 9:00～12:00の平均所要時間)
 - これらの問題点として…
 - 特定の単一時刻への依存
 - 実際の利用者は多様な時刻に移動
 - 特定時刻による評価では、実態を反映できない
 - 時間変動の見落とし
 - 公共交通の所要時間は出発時刻によって大きく変動
 - 「平均」では利用者が経験する変動(ばらつき)が把握できない
- 日内変動を明示的に把握することで、
より実態に即したアクセシビリティの評価を行う

本研究で明らかにすること

GTFSデータを活用した公共交通アクセシビリティの計測を行い、**出発時刻の変化に伴う所要時間の日内変動を定量的に分析するとともに、都市間比較を通じて、時間変動特性と都市構造の関係を明らかにする**

※ GTFSデータは公共交通の時刻表などのデータ。詳細は以降で説明

① GTFSデータの整備とアクセシビリティの計測

✓ 実在する路線を対象にデータを整備し、計測方法を確立

② 所要時間の日内変動の定量的な把握

✓ 1分間隔で出発時刻を変化させ、変動パターンを可視化

③ 都市間比較による関係性の解明

✓ 施設配置・人口規模とアクセシビリティ及び時間変動の関係を把握

第1章 序論

第2章 既往研究の整理

第3章 使用データ



第4章 公共交通アクセシビリティの計測と基礎分析



第5章 日内変動がアクセシビリティに及ぼす影響の分析



第6章 アクセシビリティの都市間比較に関する分析



第7章 結論

- 目的と各章の対応:

① **GTFSデータの整備とアクセシビリティの計測** | 第3, 4章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市

② **所要時間の日内変動の定量的な把握** | 第5章

対象都市: 金沢市

③ **都市間比較による関係性の解明** | 第6章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市



第1章 序論

第2章 既往研究の整理

第3章 使用データ



第4章 公共交通アクセシビリティの計測と基礎分析



第5章 日内変動がアクセシビリティに及ぼす影響の分析



第6章 アクセシビリティの都市間比較に関する分析



第7章 結論

• 目的と各章の対応:

① **GTFSデータの整備とアクセシビリティの計測** | 第3, 4章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市

② **所要時間の日内変動の定量的な把握** | 第5章

対象都市: 金沢市

③ **都市間比較による関係性の解明** | 第6章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市



- General Transit Feed Specification (GTFS) データを使用
 - バス停や駅の位置情報, 路線, 時刻表, 運賃などを統一的に記述
 - 経路検索サービス等で活用 (他, GTFSを用いたアプリのコンテスト[\[link\]](#)もたまたまに実施)
 - 多くの自治体と交通事業者がGTFSデータを整備・公開
 - 嶋田先生のサイト[\[link\]](#), GTFSデータリポジトリ[\[link\]](#), 等で確認可

T.Shimada's Data Lab.

トップ > 公共交通オープンデータ >

GTFS・「標準的なバス情報フォーマット」オープンデータ一覧

(最終更新: 2024/3/16) (※不定期更新)

※事情により更新が大幅に遅れています。現在、下記の都道府県については更新完了しています。(2024.3.3)
北海道・青森県・岩手県・宮城県・福島県・奈良県・佐賀県

都道府県:

公式・公認:

ライセンス:

GTFS Realtimeオープンデータ:

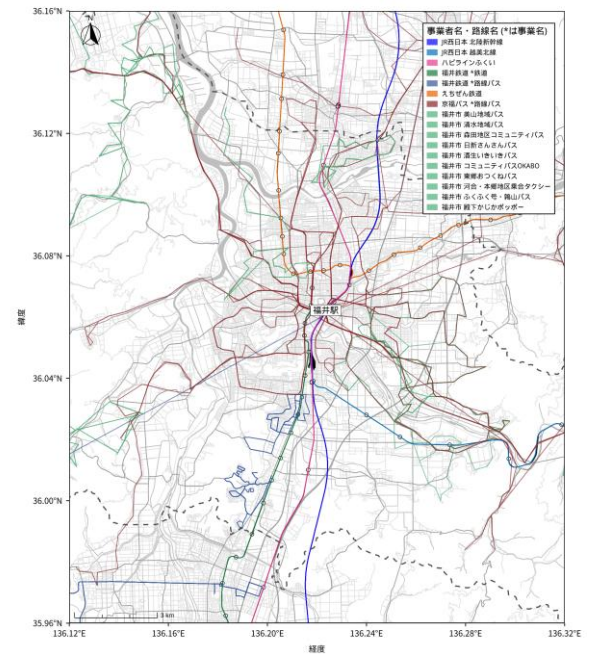
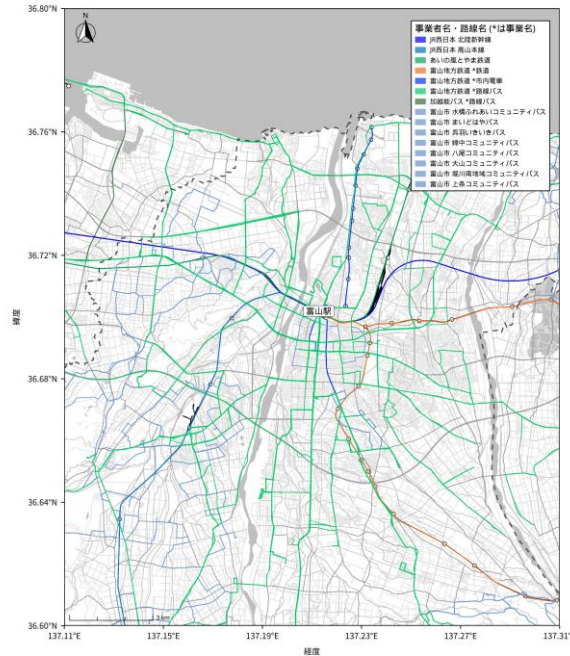
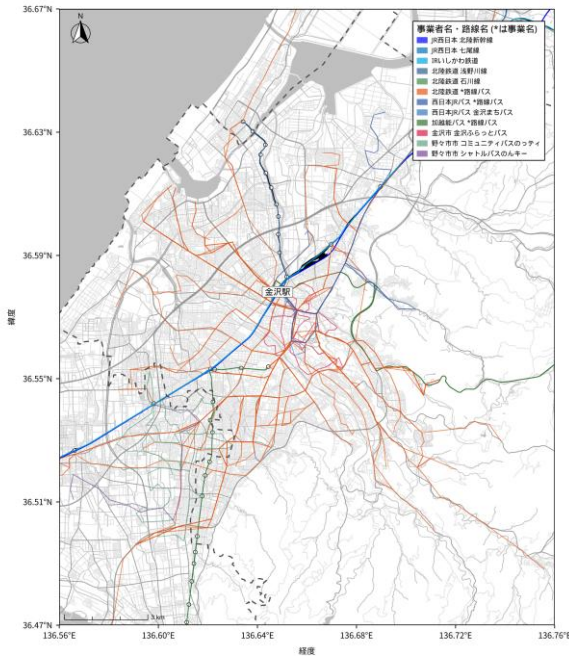
掲載ポータルサイト等:

【事業者: 7, 静的データ(GTFS・GTFS-JP): 9, 動的データ(GTFS-RT)(APIキーが必要なものを含む): 0】
【うち有効期限内... 事業者数: 0, 静的データ: 0】 (基準日: 20240626)

No.	事業者名	データ名	対象 都道府県	初公開日	発行・ 更新	公開ページ	ライセンス	データ提供者	最終更新日	データ 開始日	データ 有効期限	データ 開元URL	GTFS-RT 対応	備考
1	能美市	能美市 のみバス	石川県	20170111	発行	能美市オープンデータ	CC BY 4.0	有限会社エイ・ケイ・システム	20230508	20230401	20240331	データDL		
2	野々市市	野々市市 のっぴーのんキー	石川県	20180327	発行	野々市市オープンデータ	CC BY 4.0	ののいちバス株式会社	20230331	20210401	20240331	データDL		
3	志賀町	志賀町コミュニティバス(しかぼす)	石川県	20200305	発行	志賀町オープンデータライブラリ	CC BY 4.0	志賀町	20220614	20220401	20230331	データDL		
4	野州市	野州市 市内循環バス「るんるんバス」	石川県	20200911	発行	野州市のオープンデータに係る物産品について	CC BY 4.0	野州市役所	20230605	20170701	20240331	データDL		
5	金沢市	金沢ふらっとバス	石川県	20210705	発行	金沢市オープンデータポータル	CC BY 2.1	金沢市役所	20230622	20230701	20240331	データDL		
6	かほく市	かほく市型バス	石川県	20210324	発行	標準的なバス情報フォーマット、オープンデータ提供について(かほく市)	CC BY 4.0	かほく市	20230413	20230413	20240412			
7	かほく市	かほく市福祉巡回バス	石川県	20210324	発行	標準的なバス情報フォーマット、オープンデータ提供について(かほく市)	CC BY 4.0	かほく市	20230417	20230417	20240416			
8	白山市	白山市コミュニティバス「めぐるー」	石川県	20220322	発行	情報公開・自治体DX・オープンデータ 白山市公式ホームページ	CC BY 4.0	白山市	20220322	20230401	20240331	データDL		
9	白山市	[gtfs-data] 白山市コミュニティバス「めぐるー」	石川県	20230315	発行	GTFSデータリポジトリ	CC BY 4.0	白山市	20230315	20230401	20240331	データDL		

北陸3市におけるGTFSデータの整備

- 北陸3市に乗り入れる全交通事業者のGTFSデータを収集・整備
 - 各自治体と交通事業者が整備・公開されているGTFSデータを取得
 - 非公開の事業者は、公式のWeb時刻表，等から独自に作成
 - (北鉄バス，西日本JRバス，まちバス)



GTFS路線図 (左から金沢市，富山市，福井市)

- 所要時間の算出には**R5**を用いる

| R5について

- 経路探索・所要時間の算出を行うオープンソース[[github](#)]
 - OpenStreetMapやGTFSデータを統合
 - Rで扱えるr5r[[github](#)], Pythonで扱えるr5py[[github](#)]が公開
- 計算条件
 - 出発地:
 - 500m人口メッシュ ※ 2020年国勢調査
 - 目的地:
 - 新幹線駅, 県庁, 県立図書館
(都市間で共通する施設であり, 立地[中心部または郊外部]が都市で異なる)
 - 出発日:
 - 平日 (2024年12月23日 月曜日 10:00)

- 分析の着目点と内容:

① GTFSデータの整備と

アクセシビリティの計測 | 第3,4章

対象都市: 金沢市

① 北陸3市におけるGTFSデータの整備

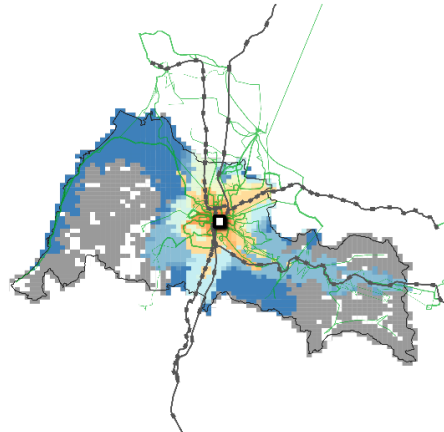
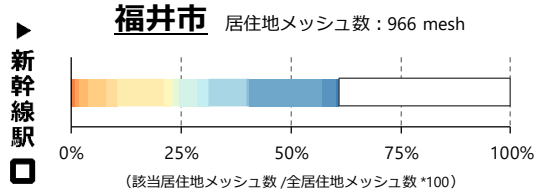
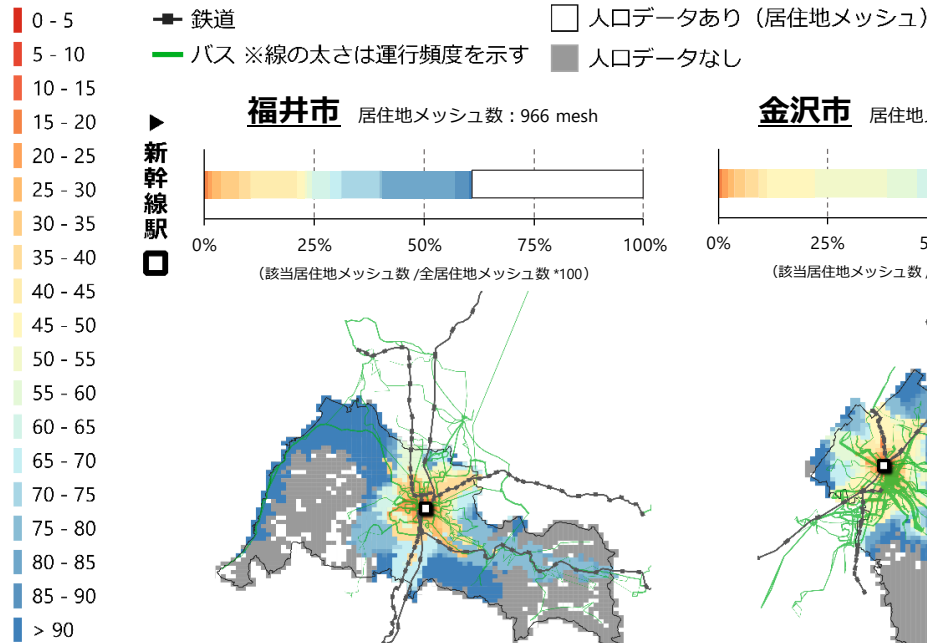
② 公共交通アクセシビリティの実測

→ 施設配置と公共交通網の違いでアクセシビリティは異なるのか?

- 3市における施設別所要時間の算出と、到達圏の可視化
- 60分以内到達率による都市間・施設間比較
- 人口カバー率による施設の利用可能性の評価

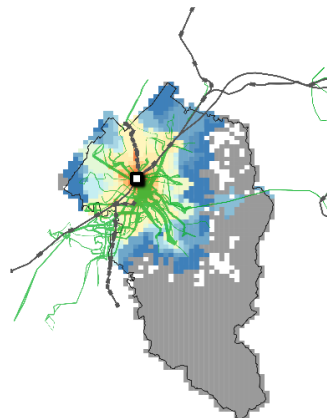
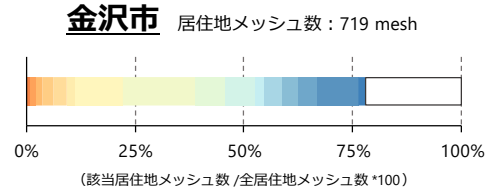
- 到達圏はいずれも駅中心に広がるが、到達率は金沢が他市の約2倍
 - 金沢はバス路線が駅に集中しているため、アクセスが相対的に優位

各施設までの所要時間 [分]

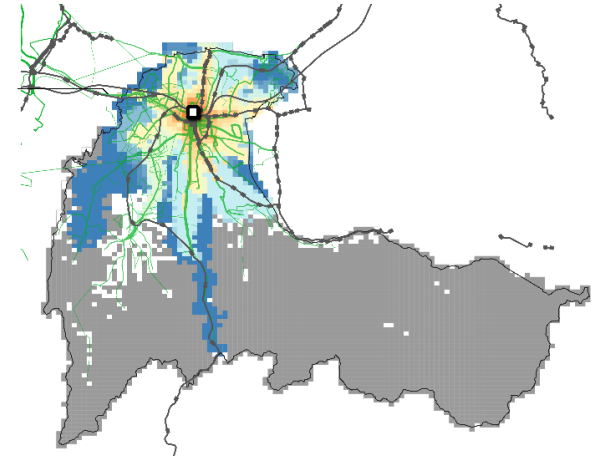
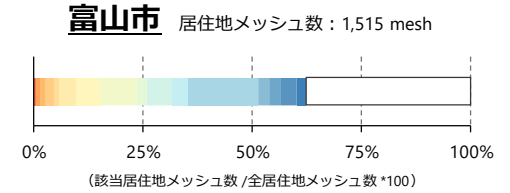


居住地メッシュにおける
60分以内到達率:

28.7% (277/966)



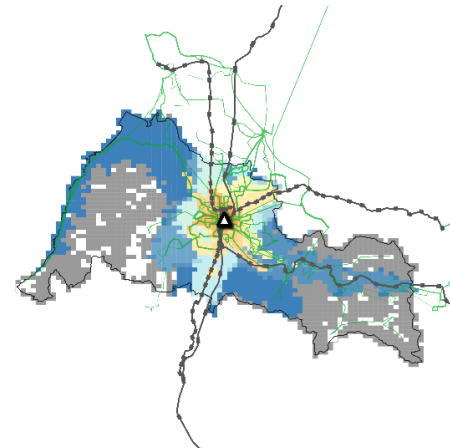
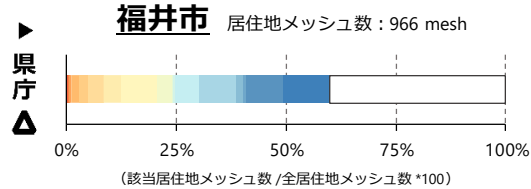
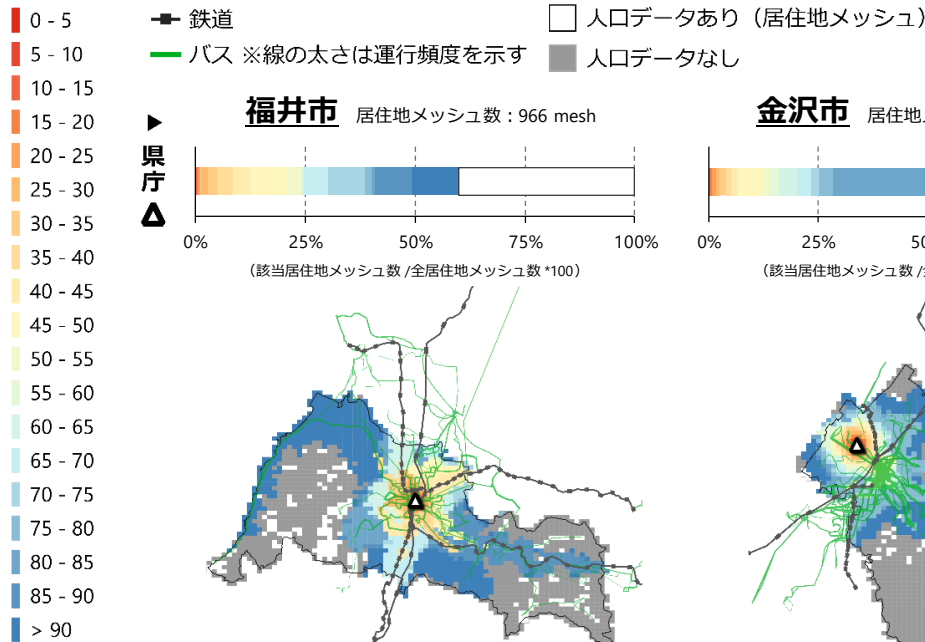
52.4% (377/719)



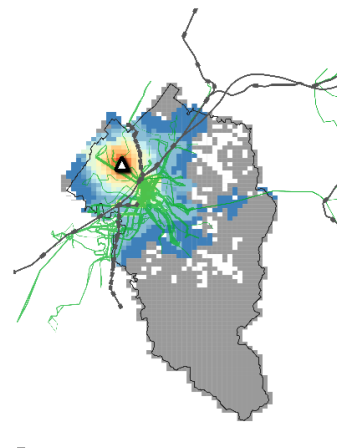
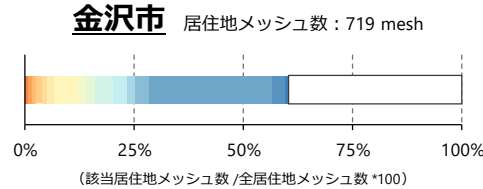
31.7% (481/1515)

- 富山・福井は県庁と新幹線駅が近接するため、駅と同水準を維持
- 一方、金沢は県庁が郊外に立地するため、到達率が3市のうち最低

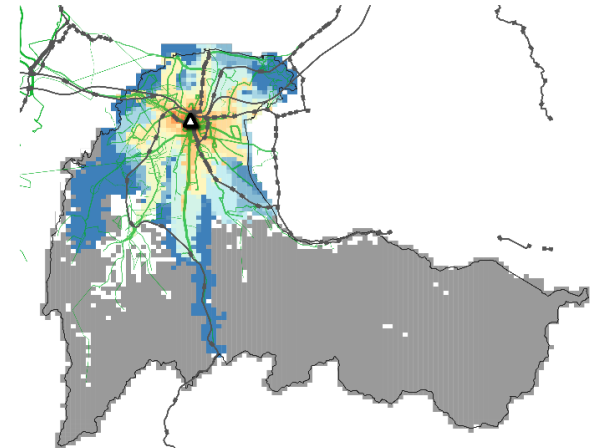
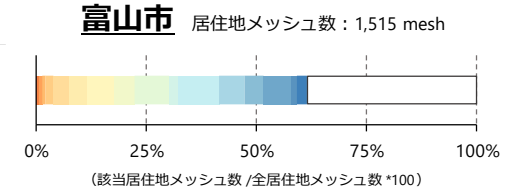
各施設までの所要時間 [分]



24.9% (241/966)



20.2% (145/719)

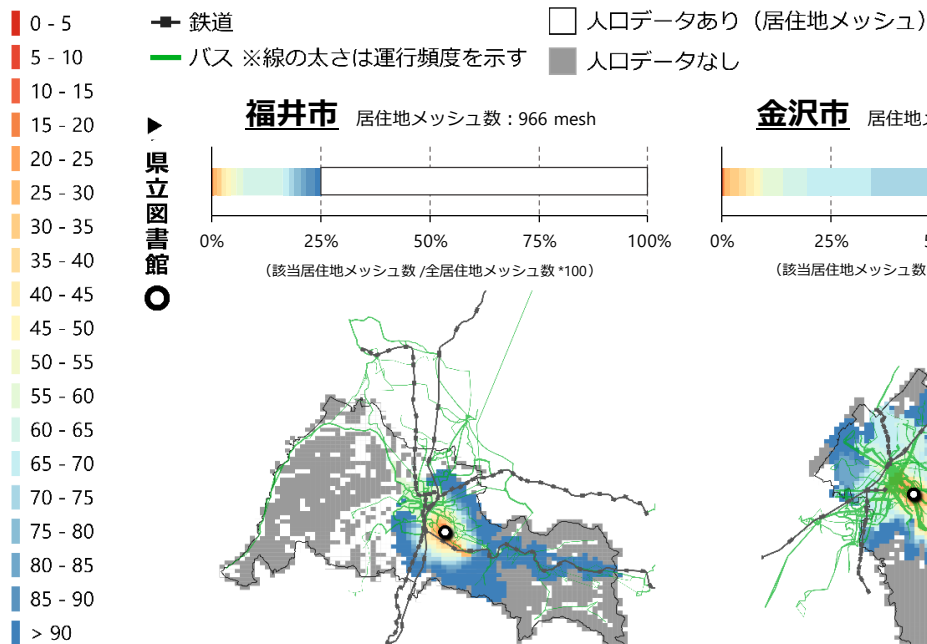


32.2% (488/1515)

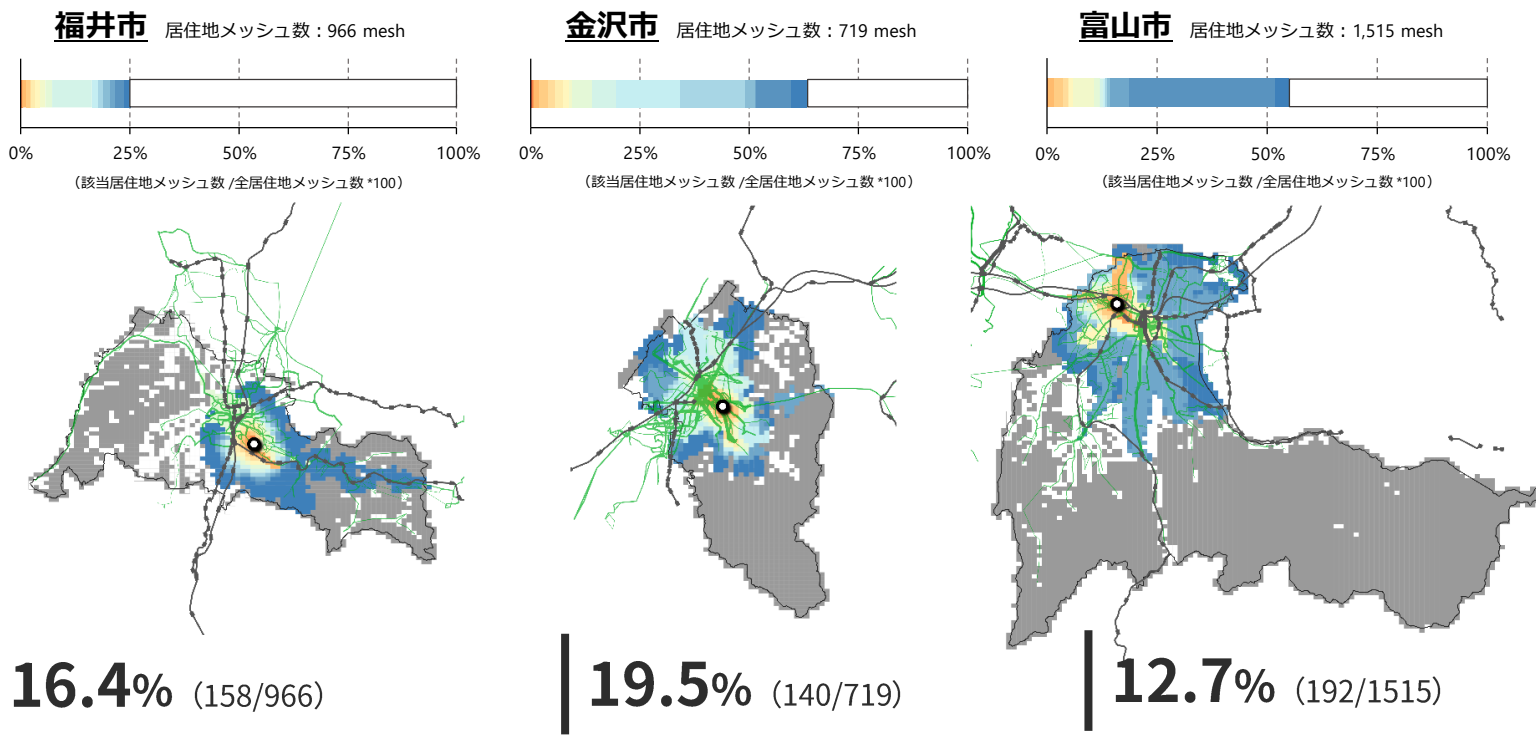
➔ 施設の立地が中心部か郊外かで、アクセシビリティは左右される

- 3市いずれも図書館が郊外に立地するため、到達圏が限定的
- 60分以内到達率は3施設の中で最も低く、約12~19%にとどまる

各施設までの所要時間 [分]

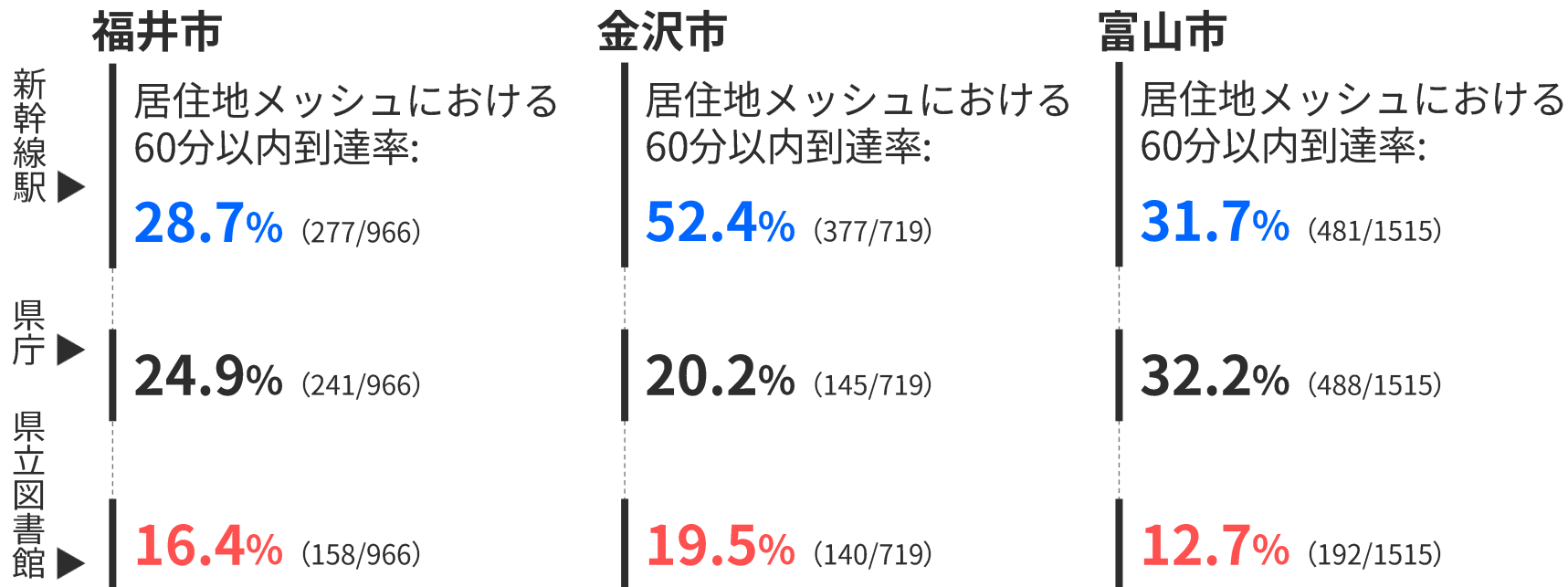


県立図書館



➔ 郊外に立地する施設は、公共交通アクセシビリティが制約されやすい

- 60分以内到達率:



– 3市すべてで、新幹線駅/県庁、県立図書館の順で低下

- ➔ 新幹線駅は金沢が他市を上回り、都市構造の違いが差を生む
- ➔ 3市で駅・県庁の到達率が県立図書館を上回り、郊外立地は共通

- 施設の利用可能性を把握するため，人口カバー率を算出
 - アクセシビリティの分布が人口分布とどのぐらい整合するのかを計測
- **人口カバー率の算出**
 - 所要時間 t 以内の人口カバー率 C_t :

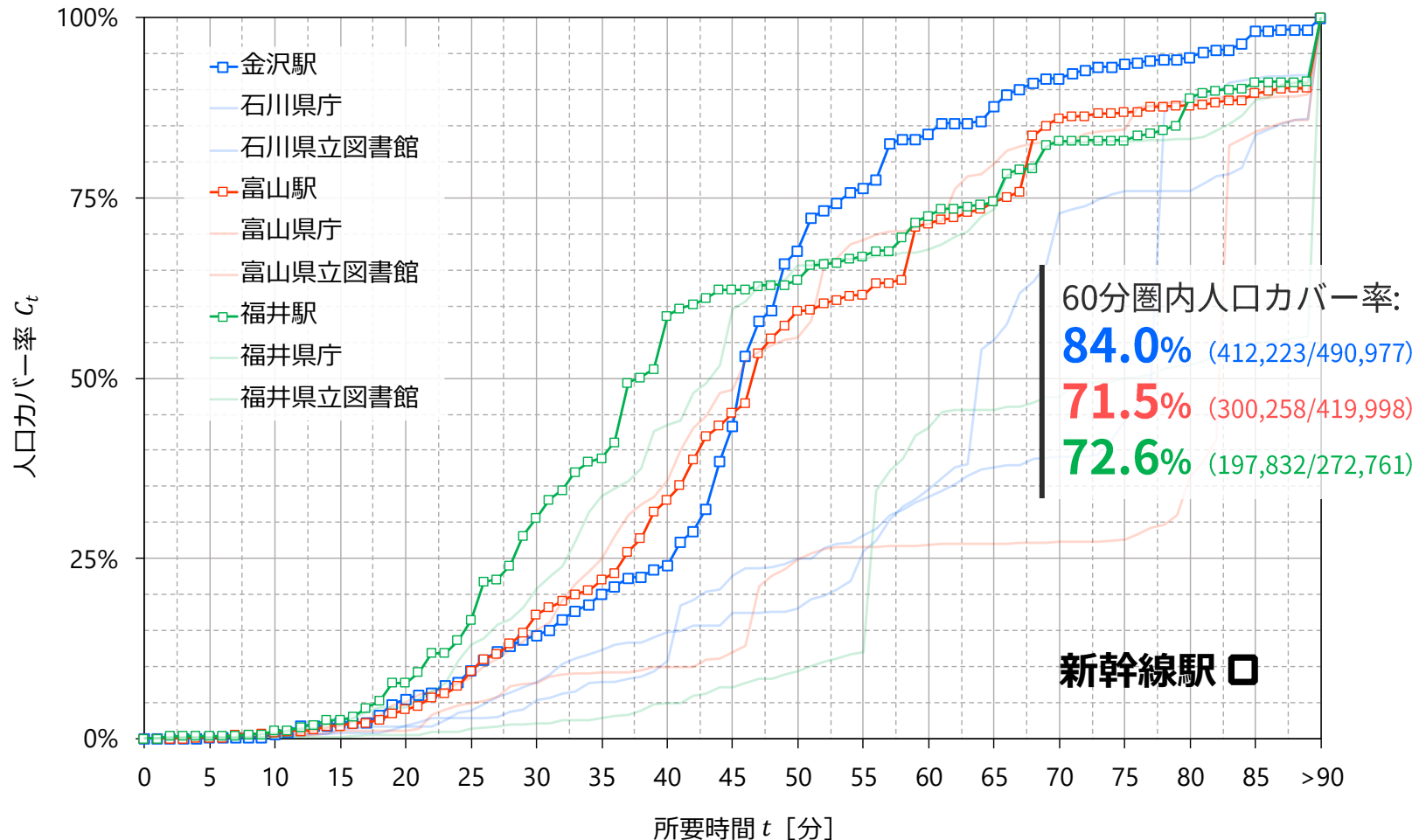
$$C_t = \frac{\sum_{a \in A_t} P_a}{\sum_{a \in A} P_a} \quad (1)$$

A : 居住地メッシュの集合

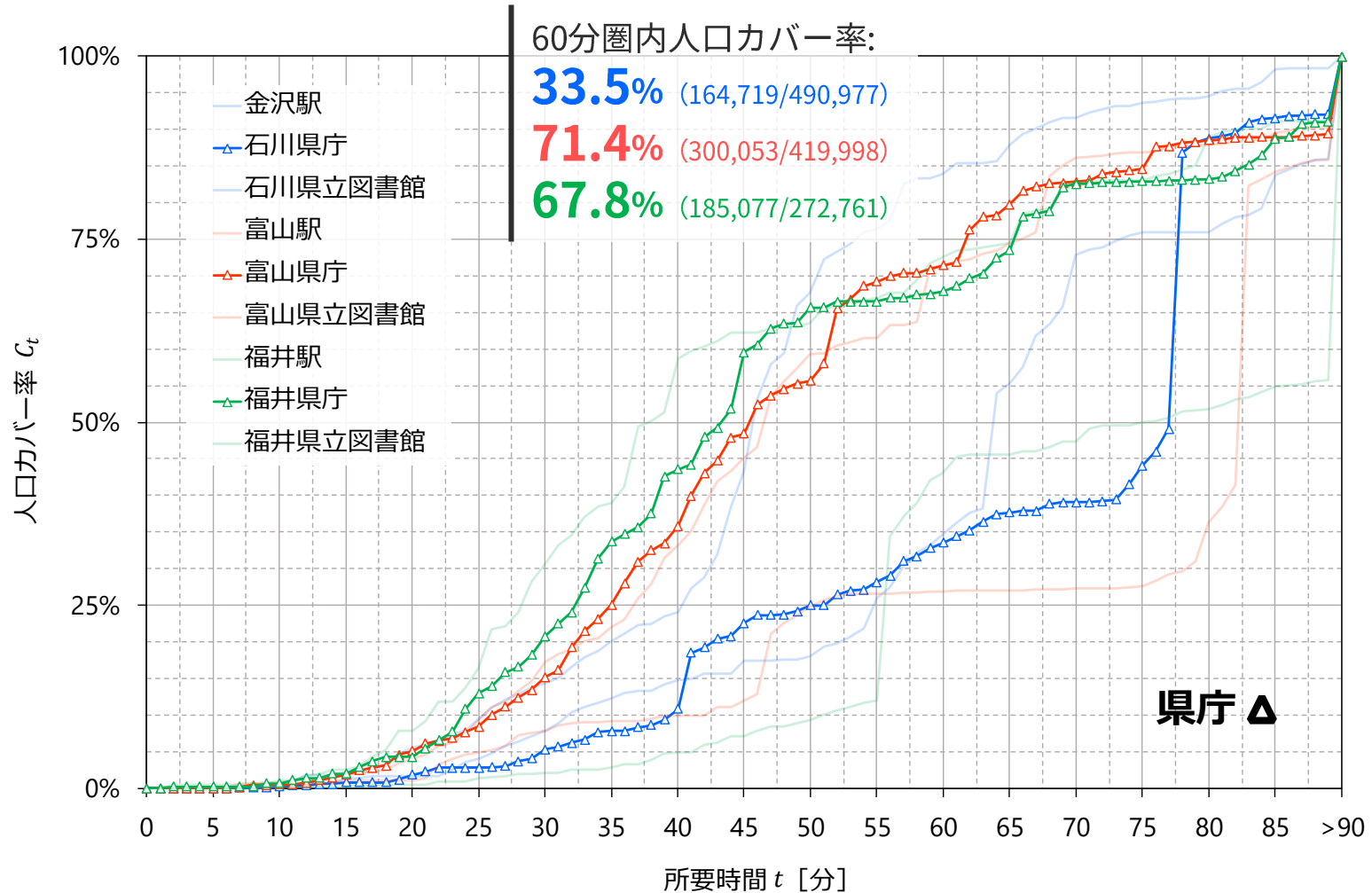
A_t : 所要時間 t 以内の居住地メッシュの集合

P_a : 居住地メッシュ a の人口

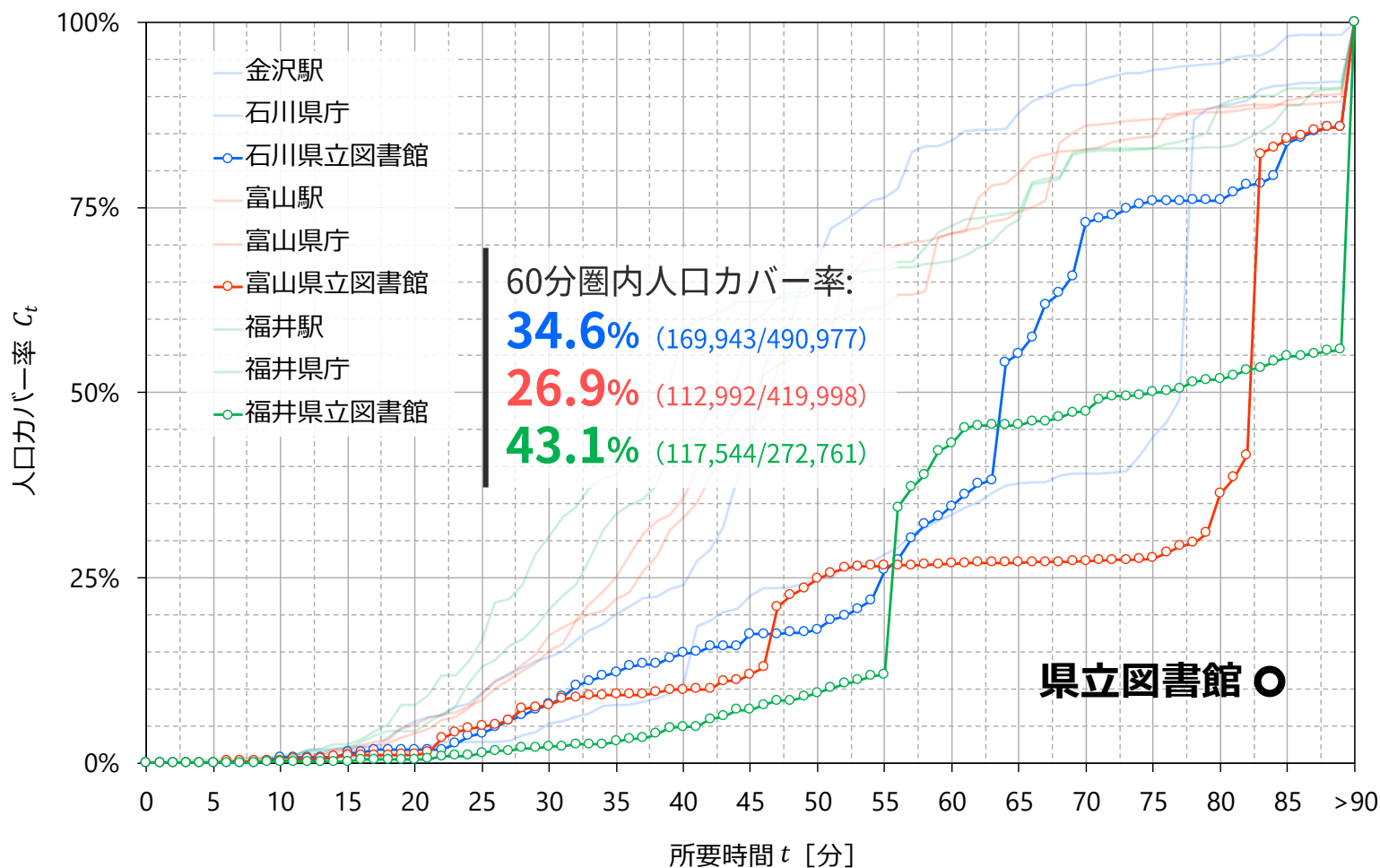
- 所要時間の増大に伴い，人口カバー率も緩やかに増加
 - アクセシビリティの分布が人口分布と効率的に整合していると示唆



- 富山と福井では緩やかに増加，金沢では75分以降に急増
 - 同じ施設タイプでも，都市によって大きく異なる



- 福井では55分を境に、富山では82分を境に急増
 - アクセシビリティの分布が人口分布と整合していないことを示唆



- 60分以内到達率と60分圏内人口カバー率：

	福井市	金沢市	富山市
新幹線駅 ▶	60分以内到達率: 28.7% (277/966) 60分圏内人口カバー率: 72.6% (197,832/272,761)	60分以内到達率: 52.4% (377/719) 60分圏内人口カバー率: 84.0% (412,223/490,977)	60分以内到達率: 31.7% (481/1515) 60分圏内人口カバー率: 71.5% (300,258/419,998)

- 人口密集地が駅周辺に集中し，アクセスも効率的

県庁 ▶	24.9% (241/966) 67.8% (185,077/272,761)	20.2% (145/719) 33.5% (164,719/490,977)	32.2% (488/1515) 71.4% (300,053/419,998)
------	--	--	---

- 金沢のみ乖離が小さい (県庁周辺の人口が少なく，カバー率は低い)

県立図書館 ▶	16.4% (158/966) 43.1% (117,544/272,761)	19.5% (140/719) 34.6% (169,943/490,977)	12.7% (192/1515) 26.9% (112,992/419,998)
---------	--	--	---

- 3市とも乖離が小さい (郊外のため人口が集中する地域と不整合)

➔ 同じ施設種別でも，都市・施設により到達しやすさは異なる

第1章 序論

第2章 既往研究の整理

第3章 使用データ



第4章 公共交通アクセシビリティの計測と基礎分析



第5章 日内変動がアクセシビリティに及ぼす影響の分析



第6章 アクセシビリティの都市間比較に関する分析



第7章 結論

• 目的と各章の対応:

① **GTFSデータの整備とアクセシビリティの計測** | 第3, 4章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市

② **所要時間の日内変動の定量的な把握** | 第5章

対象都市: 金沢市

③ **都市間比較による関係性の解明** | 第6章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市



- 出発地:
 - 500m人口メッシュ ※ 2020年国勢調査
- 目的地:
 - 時間変動の分析に適した施設を選定

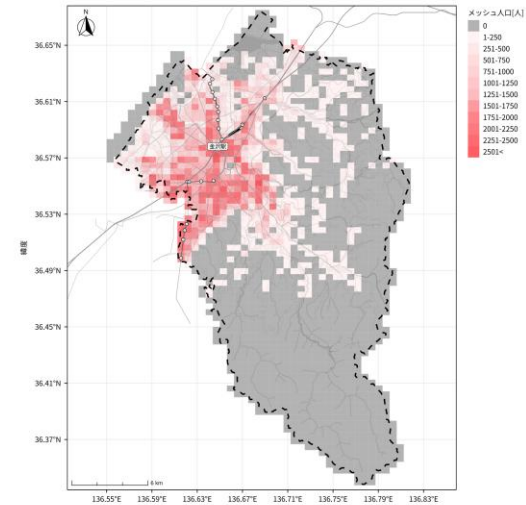
| 選定条件

- 日常的に利用が見込まれる(生活に必要とされる)
- 営業時間が長く，到着時刻を自由に設定できる
- 特定の属性を持つ利用者に限定されない

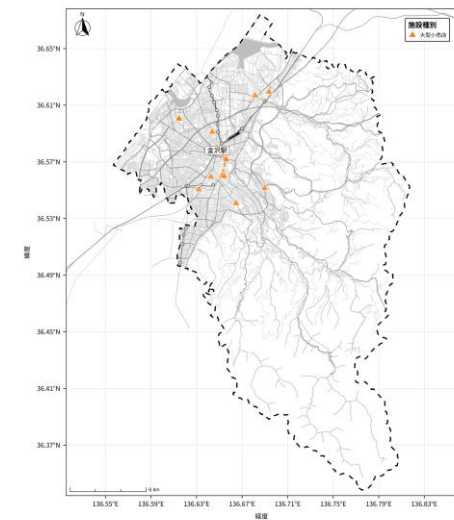
➔ 生活に必要とされる4つの都市機能から選定

- A) 行政: 市役所・行政センター
- B) 医療: 総合病院 (病床数100以上の病院)
- C) 文化: 市立図書館
- D) **商業: 大型小売店 (1,000m²以上の小売店)**

本発表で報告する施設種別



人口の分布 (金沢市)



大型小売店の分布 (金沢市)

- 東洋経済新報社『大型小売店総覧2025』を使用
 - 大店立地法の届出をベースに、店舗面積1,000m²以上の小売店を収録
 - 店舗名称、開店・閉店時刻、小売業者の数、等を整理
- 北陸3市の掲載店舗について、主に位置情報を収集



Z117		店																	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P			
1	ページ番	ページ名	都道府県	市町村	店舗名称	業態	主な販売品目	郵便番号	所在地	電話番号	店舗面積	開店時刻	閉店時刻	駐車台数	駐輪台数				
2	753	石川(1)	石川県	金沢市	金沢スカイビ 百貨店	総合	総合	920-0855	金沢市武蔵町15-1	076-260-1111	33675	10:00	19:30	439	130				
3					香林坊アトリ 百貨店	総合	総合	920-0961	金沢市香林坊1-1-1	076-220-1111	30625	10:00	19:00	591	-				
4					平和堂アル・ショッピング	総合, 家庭用	総合, 家庭用	920-0014	金沢市諸江町30-1	076-260-1331	25031	10:00	21:00	1149	121				
5					イオン金沢店 総合スーパー	総合	総合	920-3126	金沢市福久2-58	076-258-7588	22927	7:00	22:00	1309	640				
6					アビタ金沢店 総合スーパー	総合	総合	921-8022	金沢市中村町10-20	076-226-3111	19570	9:00	21:00	1074	130				
7					金沢フォーラ 寄合百貨店	衣料品, 家庭	衣料品, 家庭	920-0849	金沢市堀川新町3-1	076-265-8111	18736	10:00	21:00	387	288				
8					アークプラザ ホームセンタ	DIY関連用品	DIY関連用品	920-0005	金沢市高柳町1-1-1	076-253-8634	16500	9:00	19:30	998	-				
9					イオン杜の里 総合スーパー	総合	総合	920-1184	金沢市もりの里1-70	076-253-8634	16000	-	24時間営業	1040	250				
10					MEGAドン・総合スーパー	食料品, 衣料	食料品, 衣料	921-8043	金沢市西泉4-11	0570-040-311	15823	8:00	0:00	1313	560				
11					東京インテリ 専門店	家具類	家具類	920-8203	金沢市鞍月4-1	076-207-1111	13848	10:30	19:00	442	-				
12					香林坊第一閣 寄合百貨店	書籍・雑誌	書籍・雑誌	920-0961	金沢市香林坊2-1-1	10175	10:00	20:00	256	200					
13					金沢一番番街(B 専門店)	名産品・特産	名産品・特産	920-0858	金沢市木新保町1-1	076-260-3700	10120	8:30	20:00	228	48				
14					片町きらら 寄合百貨店	衣料品, 家庭	衣料品, 家庭	920-0981	金沢市片町2-2-2	076-222-0805	7136	10:00	20:00	101	79				
15					ニトリ金沢駅 専門店	家具類	家具類	920-0027	金沢市駅西新町3-2-10	0120-014-2108	6758	11:00	20:00	141	38				
16					ヤマダデンキ 専門店	家電	家電	920-8202	金沢市西都1-40	076-266-8222	6537	10:00	20:00	240	104				
17	754	石川(2)			大阪屋ショッ 食品スーパー	食料品, 家庭	食料品, 家庭	920-8217	金沢市近岡町358	076-239-2212	5141	10:00	21:00	367	-				
18					コメリハード ホームセンタ	DIY関連用品	DIY関連用品	920-8222	金沢市大友2-311	076-268-6510	5000	9:00	20:00	109	17				
19					イオンタウン ホームセンタ	DIY関連用品	DIY関連用品	920-0069	金沢市戸板西2-1	076-268-5300	5000	10:00	20:00	269	154				
20					イオンタウン 食品スーパー	食料品, 家庭	食料品, 家庭	920-0069	金沢市戸板西1-55	076-268-8430	5000	-	24時間営業	269	157				
21					DCM金沢田上 ホームセンタ	DIY関連用品	DIY関連用品	920-1157	金沢市田上さくら3-60	076-235-2337	4994	9:30	20:00	127	144				
22					ニトリ金沢田 専門店	家具類	家具類	920-1156	金沢市田上の里2-20	076-261-9865	4971	11:00	20:00	122	21				
23					ショッピング 専門店	家電	家電	921-8045	金沢市大桑3-141	076-243-3100	4917	10:30	21:00	310	62				

収集した大型小売店の情報

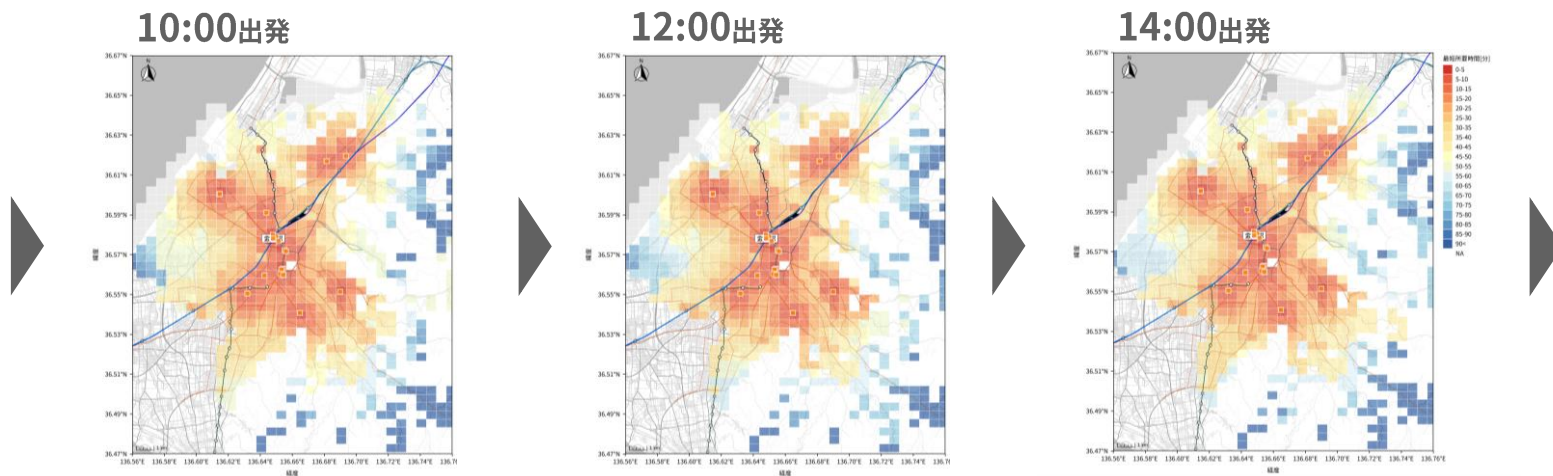
- 使用ツール: R5

| 分析の設定

- 施設の営業時間を, **10:00~17:00**と仮定
- 出発時刻を, **9:00~15:59の1分毎に変更** (時間内到達可+活動時間を考慮)
- 各メッシュから各施設種別の**最寄り施設への所要時間**を算出

計算規模 (金沢市, 大型小売店の例): 居住地メッシュ 719 個 × 大型小売店 25 件 × 出発時刻 420 通り = 約750万通り

- 算出例: 大型小売店までの所要時間 (金沢市)



➔ 各メッシュの時間変動の特性を, 5章以降で詳細に分析する

- 分析の着目点と内容:

② 所要時間の日内変動の

定量的な把握 | 第5章

対象都市: 金沢市

① 出発時刻によって所要時間はどの程度変動するのか？

→ 所要時間の変動の可視化

- 記述統計量 (平均値, 最小値, 最大値, 中央値) の算出
- 時間帯別の箱ひげ図による分布の把握

→ 時間帯間の差を統計的に検証

- 対応のあるt検定による時間帯間の平均値・標準偏差の比較

② 所要時間が長い地点ほど、時間変動も大きいのか？

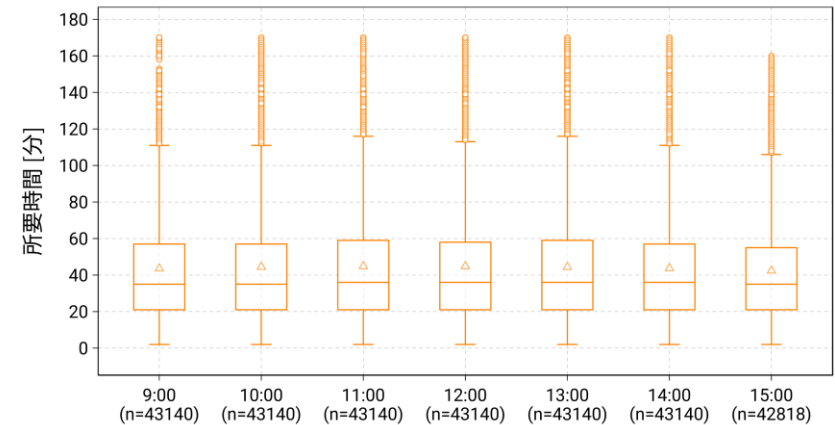
→ 平均所要時間と標準偏差の関係を分析

- 散布図と回帰直線による相関の検証
- 中央値による4象限分類と空間分布の把握

出発時間帯別の記述統計量 (大型小売店)

	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
平均値	43.6	44.4	44.8	44.8	44.3	43.8	42.4
標準偏差	30.9	32.3	32.0	32.4	31.4	30.9	29.1
最小値	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
最大値	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0	160.0
中央値	35.0	35.0	36.0	36.0	36.0	36.0	35.0

[分]



出発時間帯別の所要時間分布 (大型小売店)

- 記述統計量と分布の特徴:

- 平均値は43~45分程度で推移
- 標準偏差は時間帯によって異なる (29.1~32.4分)
- 中央値と四分位範囲, 外れ値の分布は時間帯ごとに異なる

➔ 出発時刻によって所要時間は変動し, その変動は時間帯ごとに異なる

平均所要時間の差の検定 (大型小売店)

	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
9時台	-	0.50	-2.72**	-2.43*	-0.45	3.90***	8.07***
10時台		-	-4.14***	-3.91***	-0.91	2.26*	5.51***
11時台			-	0.86	3.38***	4.14***	6.33***
12時台				-	2.87***	3.86***	6.29***
13時台					-	3.07**	6.50***
14時台						-	6.49***
15時台							-

注: 各セルは「h:mm」 - 「h時台」における対応のあるt検定(メッシュごと, 両側検定)の統計量を示す
 ***0.1%有意, **1%有意, *5%有意

- 平均所要時間の時間帯間差の特徴:
 - 14時台, 15時台は他のすべての時間帯と有意差あり
 - 9時台と10時台, 11時台と12時台では有意差なし
 - 特定の隣接した時間帯では, 類似した所要時間特性をもつ

標準偏差の差の検定 (大型小売店)

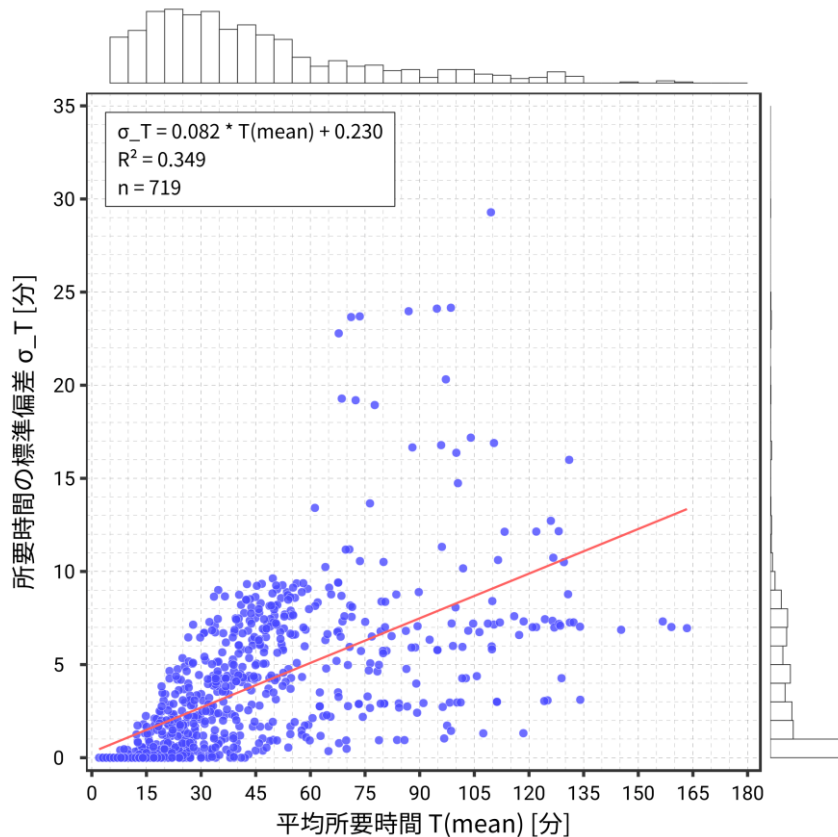
	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
9時台	-	-3.58***	0.96	0.52	-3.87***	-6.34***	-11.2***
10時台		-	3.75***	3.41***	0.38	-0.89	-5.18***
11時台			-	-0.79	-4.07***	-4.34***	-7.99***
12時台				-	-3.94***	-4.12***	-8.31***
13時台					-	-1.48	-6.33***
14時台						-	-4.57***
15時台							-

注: 各セルは「h:mm」 - 「h時台」における対応のあるt検定(メッシュごと, 両側検定)の統計量を示す
 ***0.1%有意, **1%有意, *5%有意

- 標準偏差の時間帯間差の特徴:

- 15時台は9~14時台と有意差あり
- 10時台と13時台, 10時台と14時台では有意差なし
 - 10時台と13~14時台は類似した時間変動

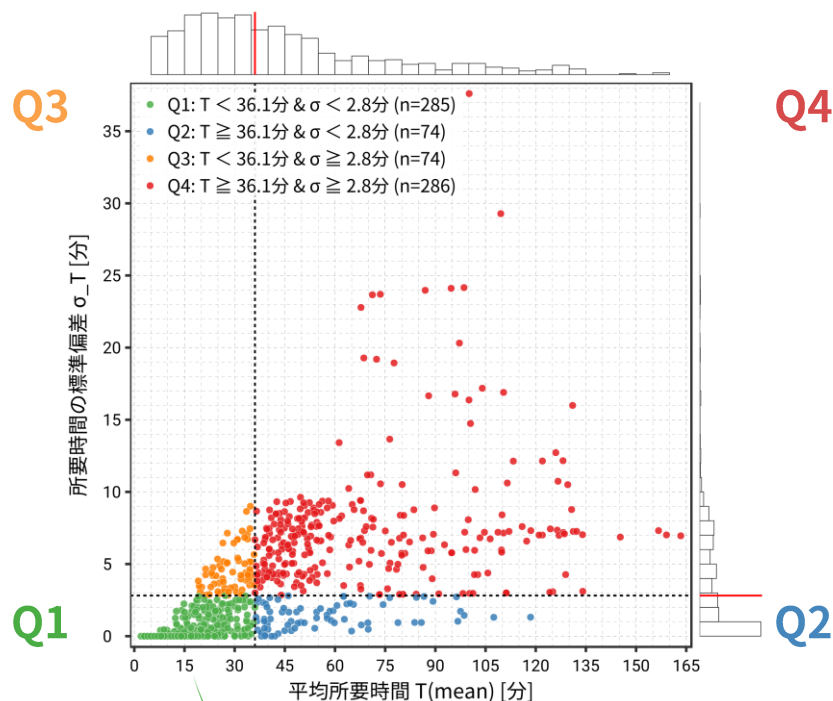
➔ 時間帯でアクセシビリティの特性が異なることが定量的に確認された



平均所要時間と標準偏差の関係
(大型小売店, 全時間帯)

- 結果:
 - 平均所要時間と標準偏差の間に正の相関を確認
 - 相関係数: 0.591
 - 傾き: 0.082, 切片: 0.230
 - 決定係数: 0.349
- 解釈:
 - 所要時間が長いほど変動も大きい
 - 平均所要時間だけでは、変動の約3割しか説明できない
 - ➔ 運行頻度, 代替経路の有無など、他の要因も影響している可能性

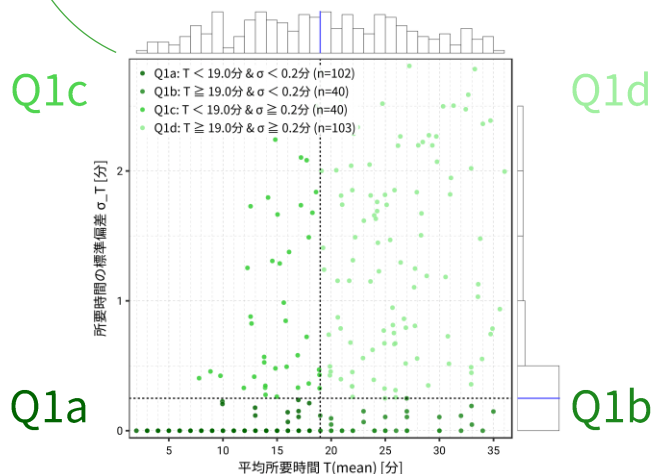
➔ 複雑な分布パターンを整理するため, 4象限に分類



- 散布図上の分布を整理するため、各中央値を基準に4象限に分類

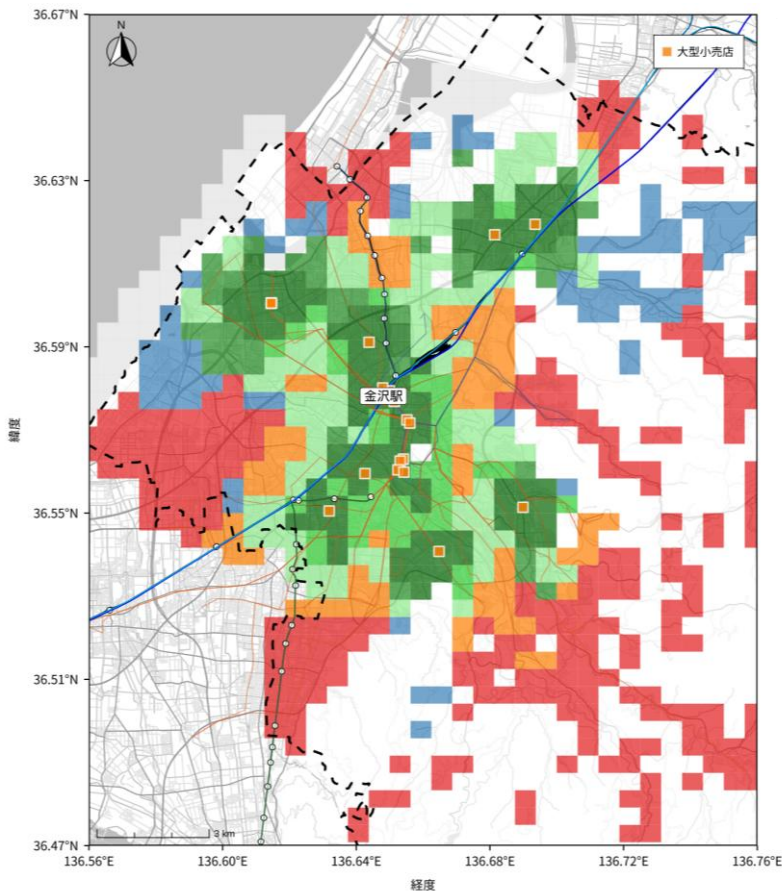
- 4象限分類:

- Q1 ($T < 36.1$ 分, $\sigma < 2.8$ 分) : 285個
- Q2 ($T \geq 36.1$ 分, $\sigma < 2.8$ 分) : 74個
- Q3 ($T < 36.1$ 分, $\sigma \geq 2.8$ 分) : 74個
- Q4 ($T \geq 36.1$ 分, $\sigma \geq 2.8$ 分) : 286個



- Q1の細分類 (さらに詳細な分析のため):

- Q1a~Q1d
 - T: 19.0分, σ : 0.2分
 - 各40~103個



象限分類による空間分布
(大型小売店, 全時間帯)

- 空間分布の特徴:
 - 施設付近: **Q1**(短時間・低変動)が支配的
 - 同距離帯でも**Q2, Q3, Q4**が混在
 - ➔ 距離だけでは所要時間・変動パターンを説明できない
 - 施設間: **Q3**(短時間・高変動)が分布
 - 離れた地域: **Q4**(長時間・高変動)が分布
- 各象限の解釈:
 - **Q3**: 最寄り施設の入れ替わり
 - **Q4**: 長距離に加え運行頻度の低さ

➔ 4象限分類により, 所要時間と変動のパターンをある程度整理できた

- 本章で明らかになったこと:
 - **出発時刻によって所要時間は変動する**
 - 時間帯間の変動は統計的に有意
 - 9, 10時台と11, 12時台は所要時間, 10時台と13~14時台は変動が類似
 - **所要時間が長いほど変動も大きい傾向があるが, 説明力は限定的**
 - 平均所要時間と標準偏差の間に正の相関
 - 決定係数が低く, 運行頻度など, 他の要因が影響している可能性
 - **象限分類により時間変動の特性をある程度空間的に整理可能**
 - 施設付近, 中間地点, 遠隔地で異なる特性
 - 施設からの距離だけでは説明できない複雑な空間分布
- ➔ 出発時刻による変動は無視できない大きさであり, 平均所要時間だけでは利用者が実際に経験するアクセシビリティを評価できない

第1章 序論

第2章 既往研究の整理

第3章 使用データ



第4章 公共交通アクセシビリティの計測と基礎分析



第5章 日内変動がアクセシビリティに及ぼす影響の分析



第6章 アクセシビリティの都市間比較に関する分析



第7章 結論

• 目的と各章の対応:

① **GTFSデータの整備とアクセシビリティの計測** | 第3, 4章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市

② **所要時間の日内変動の定量的な把握** | 第5章

対象都市: 金沢市

③ **都市間比較による関係性の解明** | 第6章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市



- 分析の着目点と内容:

② 都市間比較による

関係性の解明 | 第6章

対象都市: 金沢市, 富山市, 福井市

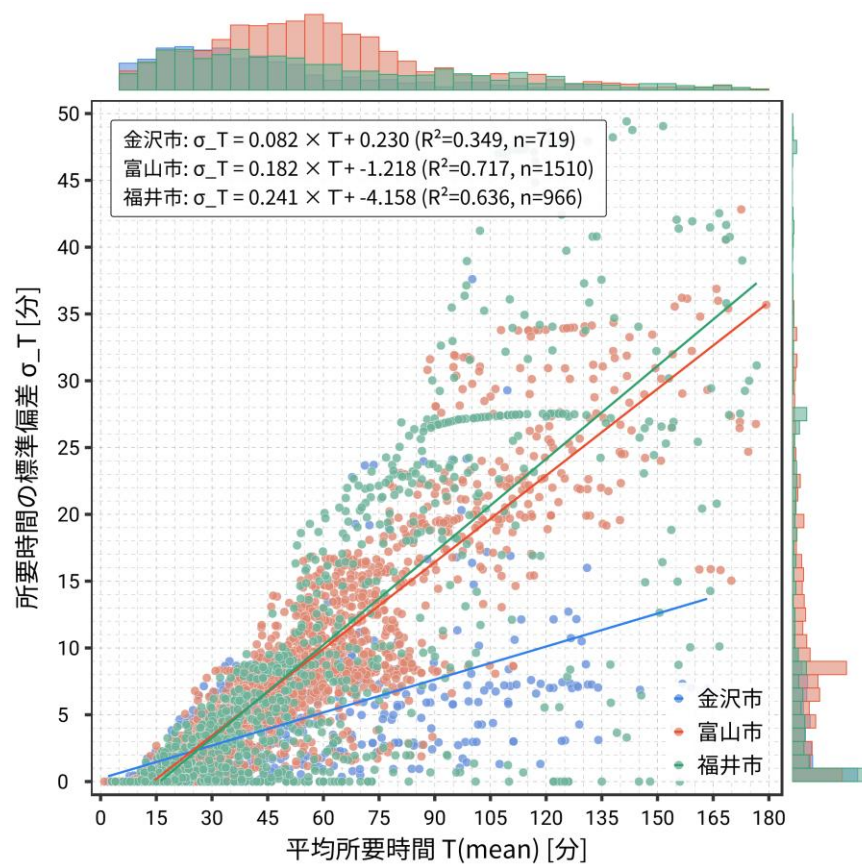
① 「所要時間と変動の関係」は都市により異なるのか？

→ 都市間比較

- ・ 散布図と回帰直線による定量的な比較

→ 人口密度別の比較

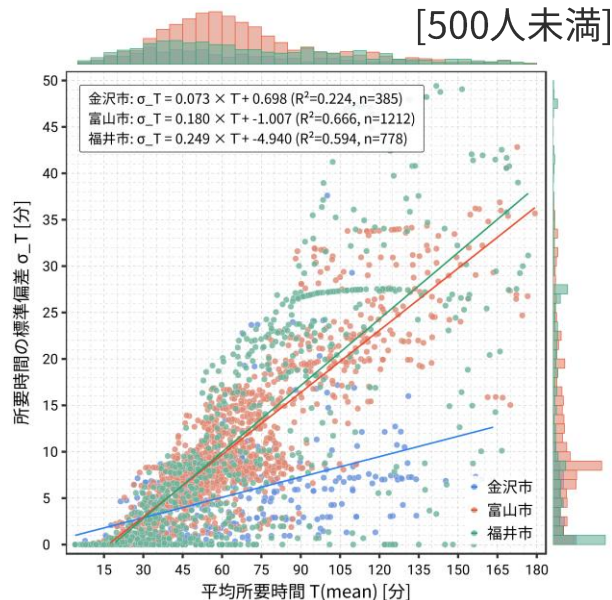
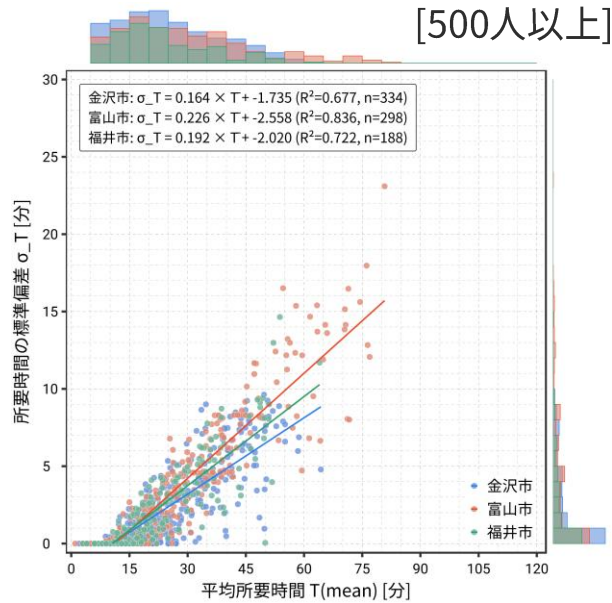
- ・ メッシュ人口で分類 (500人以上/未満)



平均所要時間と標準偏差の関係
(大型小売店, 全時間帯, 北陸3市)

- 都市別の関係:
 - 全都市で正の相関を確認
 - 金沢: 相関係数0.542 ($R^2=0.349$)
 - 富山: 相関係数0.847 ($R^2=0.717$)
 - 福井: 相関係数0.797 ($R^2=0.636$)
 - 傾きの大きさ
 - 福井(0.241) > 富山(0.182) > 金沢(0.082)
- 都市間の違い:
 - 富山: 相関が最も強く, 所要時間と変動の関係が明確
 - 金沢: 相関が弱く, 他の要因の影響が大きい

➔ 都市の違いにより, 所要時間と変動の関係性が異なる



人口密度による比較:

500人以上/未満で分類

※ 500mメッシュで500人 = 2000人/km². DID基準(4000人/km²)を参考に、都市内の密度差を捉える閾値として設定

都市間の違いと人口密度の関係を検証

結果:

500人以上:

- 3都市の傾きが比較的近い (金沢: 0.164, 富山: 0.226, 福井: 0.192)

500人未満:

- 富山・福井の傾きは大きい (富山: 0.180, 福井: 0.249)
- 金沢の傾きは小さい (金沢: 0.073)

➔ 人口密度により

都市間の関係性に異なる傾向が見られる

- 本章で明らかになったこと:

– 都市により所要時間と変動の関係性が異なる

- 相関の強さ: 富山市 > 福井市 > 金沢市
- 富山市 ($R^2=0.717$) は金沢市 ($R^2=0.349$) より説明力が高い
- 金沢は路線が多方向にあり、代替経路が確保されやすく、遠隔地でも変動が小さい可能性

– 人口密度により都市間の違いが異なる

- 人口密度の高い地域では都市間の差が小さく、低い地域では差が顕著
- 人口密度が低い地域では、公共交通網や施設配置の影響がある可能性

| 政策的な示唆 (時間変動を考慮する意義と留意点)

- 居住誘導を考える場合、所要時間に加え変動も評価し、不安定な地域は避けるべき
- 施設配置では、変動が大きい施設間地域を特定し、優先配置の判断材料とすべき
- 都市間比較では、低密度地域で都市間の差がみられるため、画一的な評価は適さない

- GTFSデータを用いた公共交通アクセシビリティの測定
 - 実在する交通事業者の路線・時刻表データから所要時間を算出
 - 施設別の到達しやすさを定量的に評価
- 所要時間の変動の定量的な把握
 - 1分間隔で出発時刻を変化させ、所要時間の日内変動を分析
 - 平均所要時間と標準偏差に正の相関。ただし、複数要因が影響
- 公共交通アクセシビリティの都市間比較
 - 北陸3市で平均所要時間と標準偏差の関係性が異なることを確認

今後の展望

- 方法論の発展: 適用都市の拡大, 遅延の考慮, 算出条件の拡張
- 指標の課題: 主観的アクセシビリティとの乖離, 施設魅力度の考慮
- 政策展開: 実務者に向けた簡易的な算出ツールの開発による活用促進

ご清聴ありがとうございました