

横浜市における自転車利用促進に向けた 交通手段選択モデル

The Transportation Choice Model for Promoting Bicycle in Yokohama

～代謝的換算距離を活用して～

Utilize the Metabolic Converted Distance

早稲田大学B (Waseda University B)

凌雯怡

Bunyi Ryo

楠瀬凱

Kai Kusunose

武藤夏陽

Natsuhi Muto

伊藤志織

Shiori Ito

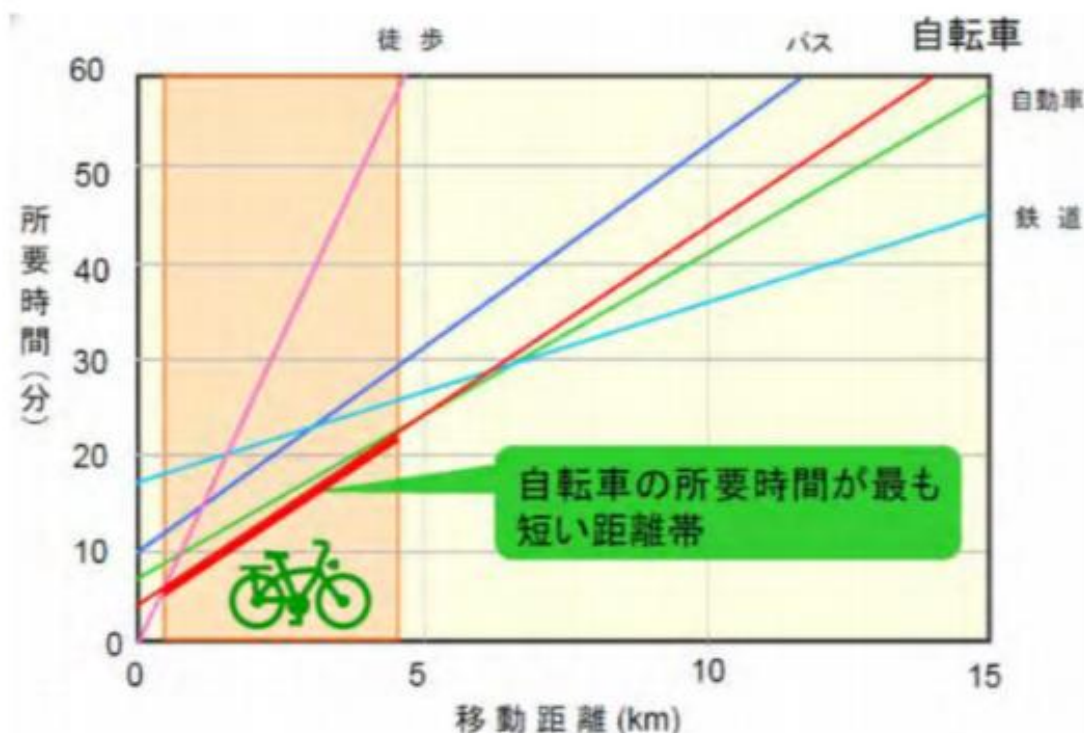
菅原諭良斗

Yurato Sugawara

豊岡空明

Soraaki Toyooka

2019年国土交通省が「自転車活用推進計画」を策定し、自転車の利用の促進を図っている
In 2019, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) formulated the "Plan for the Promotion of the Use of Bicycles" to promote the use of bicycles.



出典：横浜市自転車活用推進計画

自転車の所要時間が
最も短い
(500m~5km)

Bike travel time is
shortest at distances
from about 500m to 5km

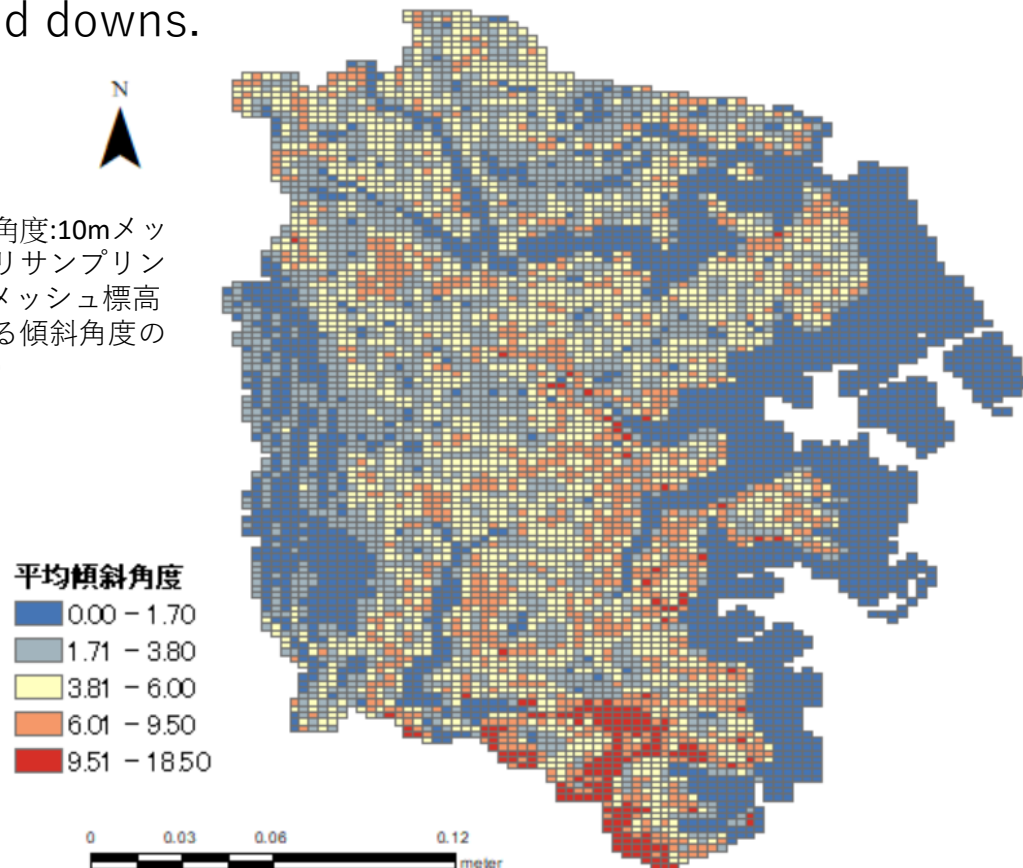
一方で、自転車利用促進を阻む理由として、都市構造の問題があげられる。

On the other hand, the problem of urban structure is one of the reasons that hinders the promotion of bicycle use

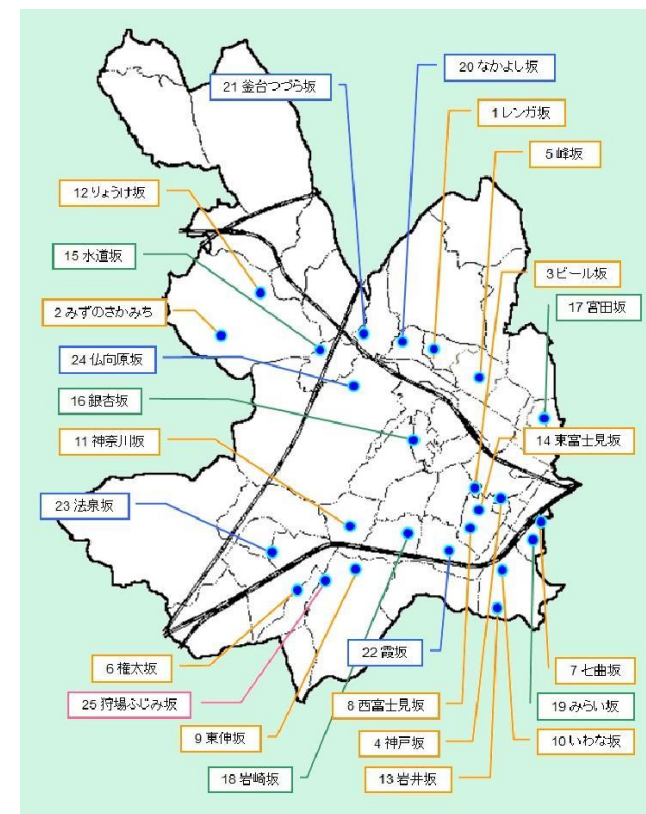
横浜市は丘陵地が多く占めており、起伏が激しい
Yokohama is dominated by hilly terrain, with many ups and downs.

坂道や階段などの高低差のある街が形成している
The city is formed by hills, stairs, and other elevation changes.

*平均傾斜角度:10mメッシュ標高をリサンプリングした50mメッシュ標高から算出する傾斜角度の平均値(度)



横浜市平均傾斜角度 (国土数値情報サイトより作成)

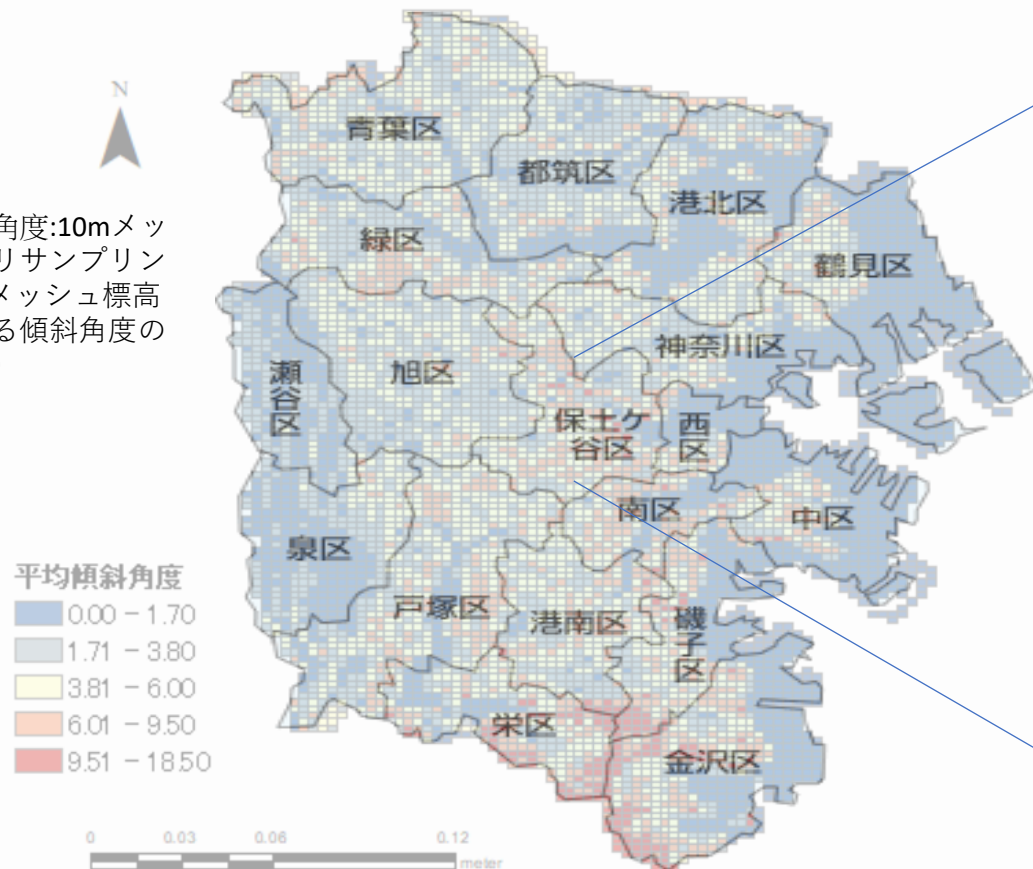


保土ヶ谷区坂道の位置 (横浜市ホームページより)

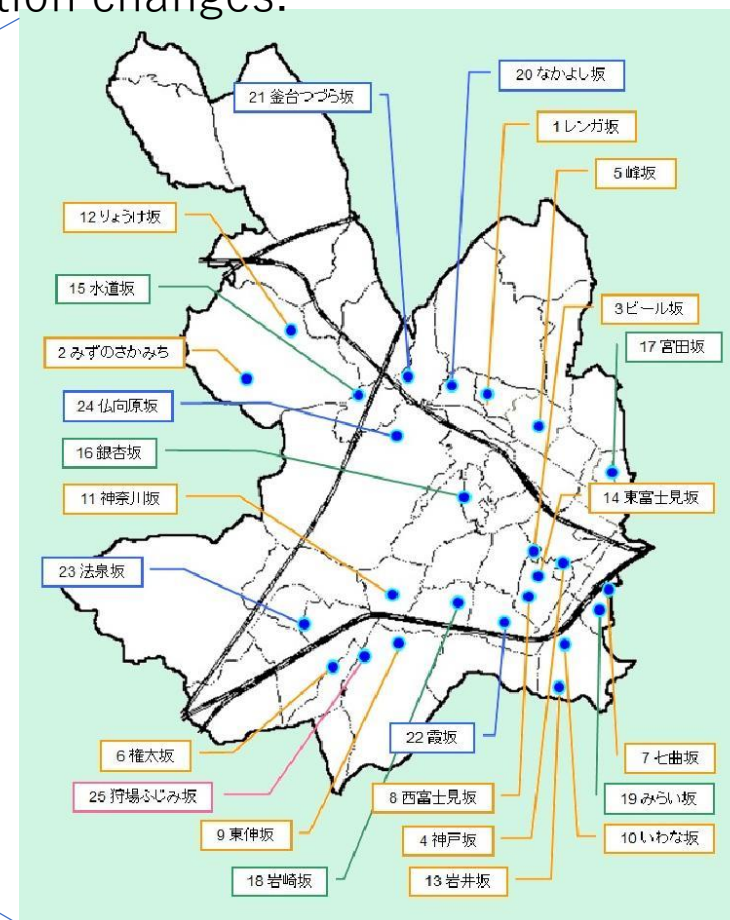
横浜市は丘陵地が多く占めており、起伏が激しい
Yokohama is dominated by hilly terrain, with many ups and downs.

坂道や階段などの高低差のある街が形成している
The city is formed by hills, stairs, and other elevation changes.

*平均傾斜角度:10mメッシュ標高をリサンプリングした50mメッシュ標高から算出する傾斜角度の平均値(度)



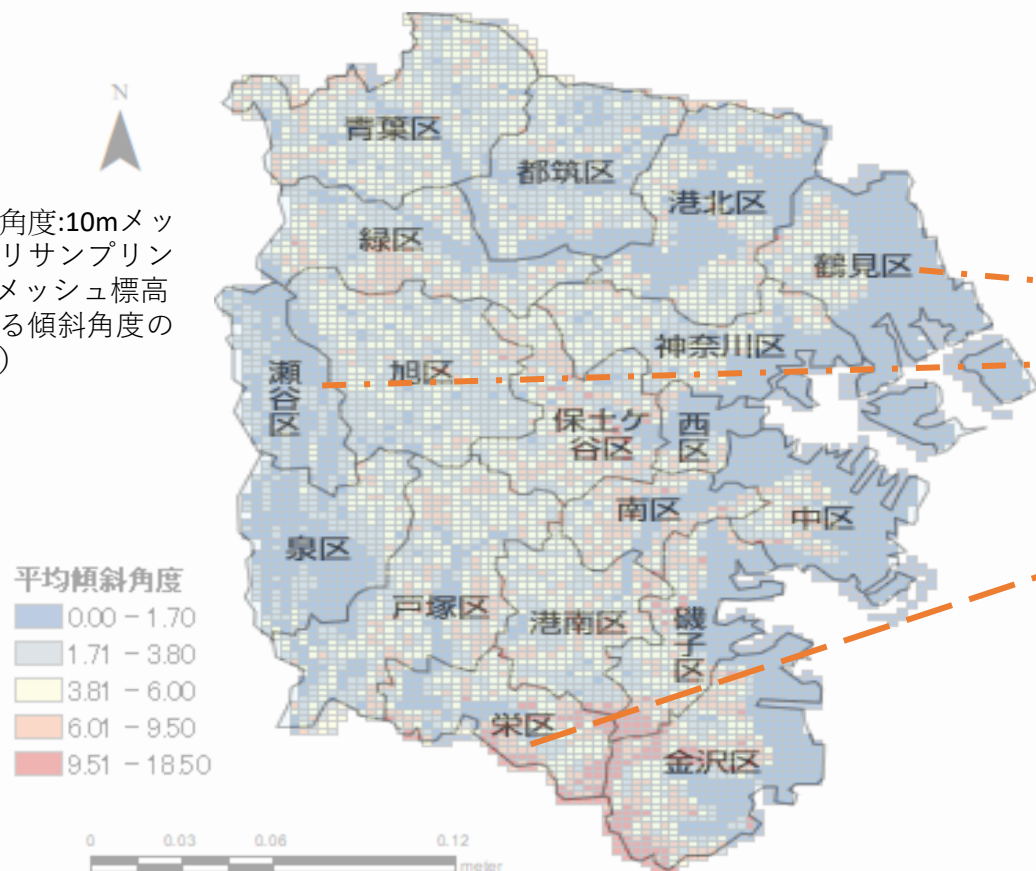
横浜市平均傾斜角度 (国土数値情報サイトより作成)



保土ヶ谷区坂道の位置 (横浜市ホームページより)

横浜市は丘陵地が多く占めており、起伏が激しい
Yokohama is dominated by hilly terrain, with many ups and downs.

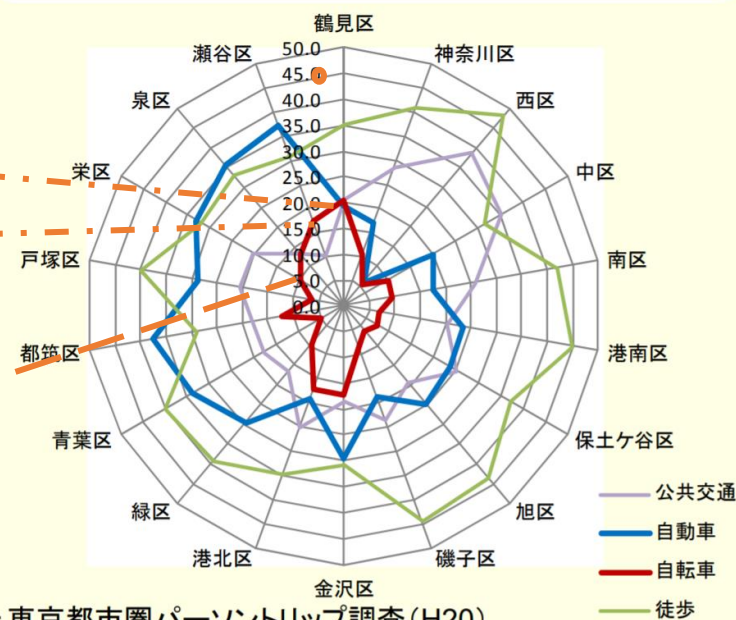
*平均傾斜角度:10mメッシュ標高をリサンプリングした50mメッシュ標高から算出する傾斜角度の平均値(度)



横浜市行政区分布

丘陵の多い市西側の区では、自転車の比率が低く、クルマが4割を占める
In wards on the west side of the city with many hills, the ratio of bicycles is low and cars account for 40%.

各区の買い物目的での交通手段分担率

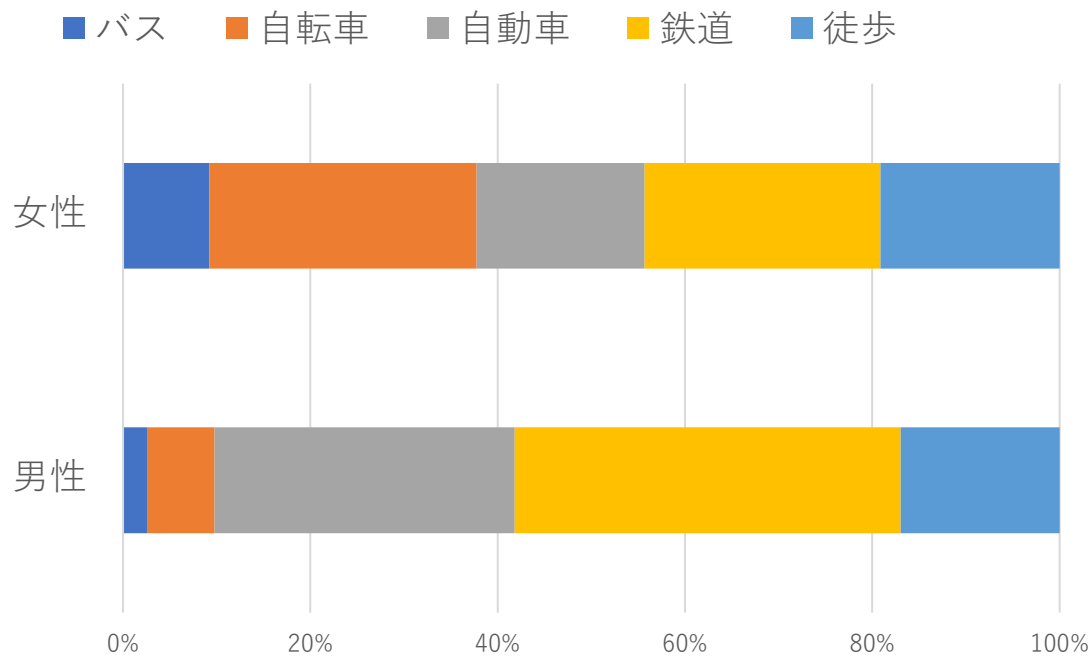


出典:東京都市圏パーソントリップ調査(H20)

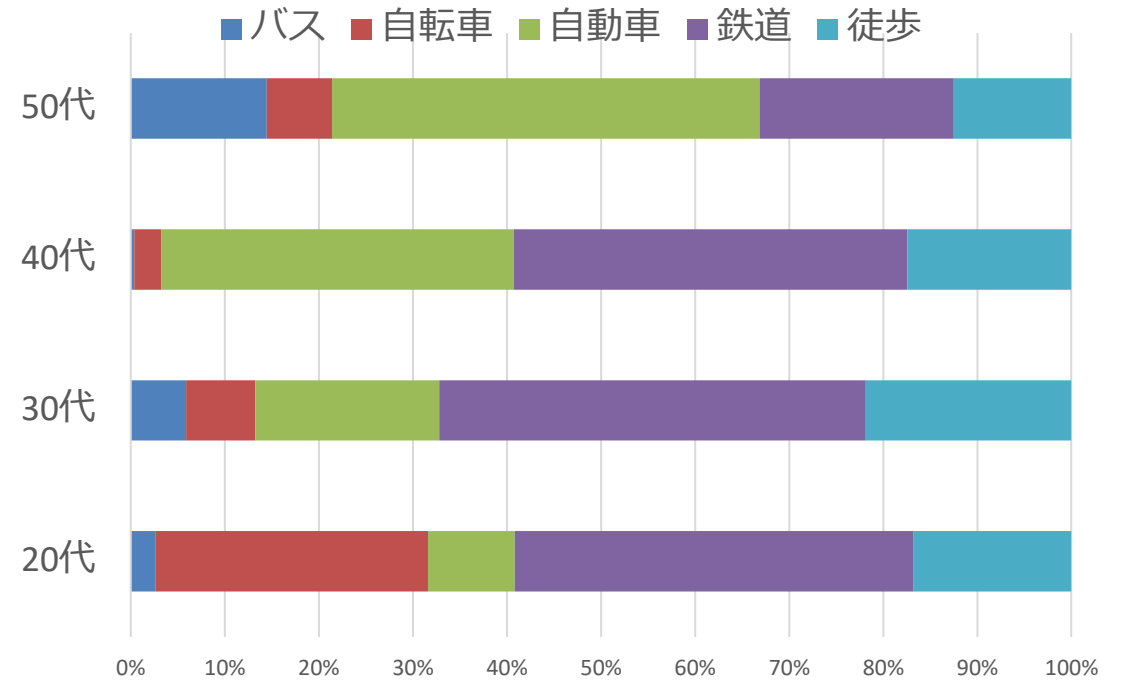
各区の買い物目的での交通手段分担率

女性が自転車の利用率が高い
Women are more likely to use bicycles.

50代が自動車の利用率が高い
Car use is high among people in their 50s.



性別ごとの交通手段分担率
Share of Transportation by Gender



年齢別交通手段分担率
Transportation Sharing by Age Group

佐藤ら¹⁾の研究において提案された代謝的換算距離（または力学的換算距離）を用いる
Using the metabolic converted distance proposed in the study by Sato et al¹⁾.

消費カロリーー算出基本式

$$E = (RMR + 1.2) \times BMR \times W \times T$$

$$RMR = 3.113 \times e^{4.614x}$$

E：代謝エネルギー metabolic energy， RMR：エネルギー代謝率 metabolic rate of energy，
BMR：基礎代謝率 basal metabolic rate， W：体重 weight， T：所要時間 time， x：勾配 gradient

BMR × *W*は一定であると仮定し，勾配*x*の経路を*T*分歩いたときの代謝エネルギーで勾配0の経路を何分歩けるかを算出し，そこに歩行速度を乗じて代謝的換算距離を算出した。

Assuming that *BMR* × *W* is constant, we calculated how many minutes we can walk on the path with gradient 0 with the metabolic energy when we walk on the path with gradient *x* for *T* minutes, and then multiplied it by the walking speed to calculate the metabolic converted distance.

1)佐藤栄治，吉川徹，山田あすか：地形による負荷と年齢による身体能力の変化を勘案した歩行換算距離の検討，日本建築学会計画系論文集，第610号，pp133-139，2006年12月

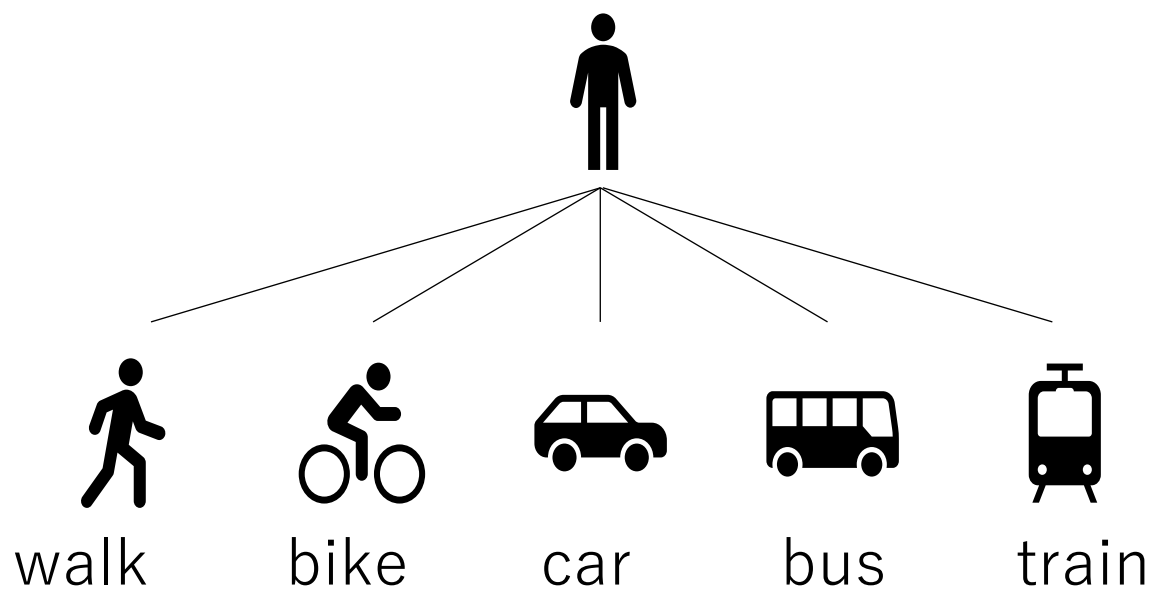
$$V_{train} = d1 \times Traveltime + f1 \times Fare + a1 \times Access\ distance + i1 \times Egress\ distance + b1$$

$$V_{bus} = d1 \times Traveltime + f1 \times Fare + a1 \times Access\ distance + i1 \times Egress\ distance + b2$$

$$V_{car} = d1 \times Traveltime + m1 \times over-50-years-old\ dummy + b3$$

$$V_{bike} = d1 \times Traveltime + g1 \times female\ dummy + b4$$

$$V_{walk} = m1 \times Distance$$



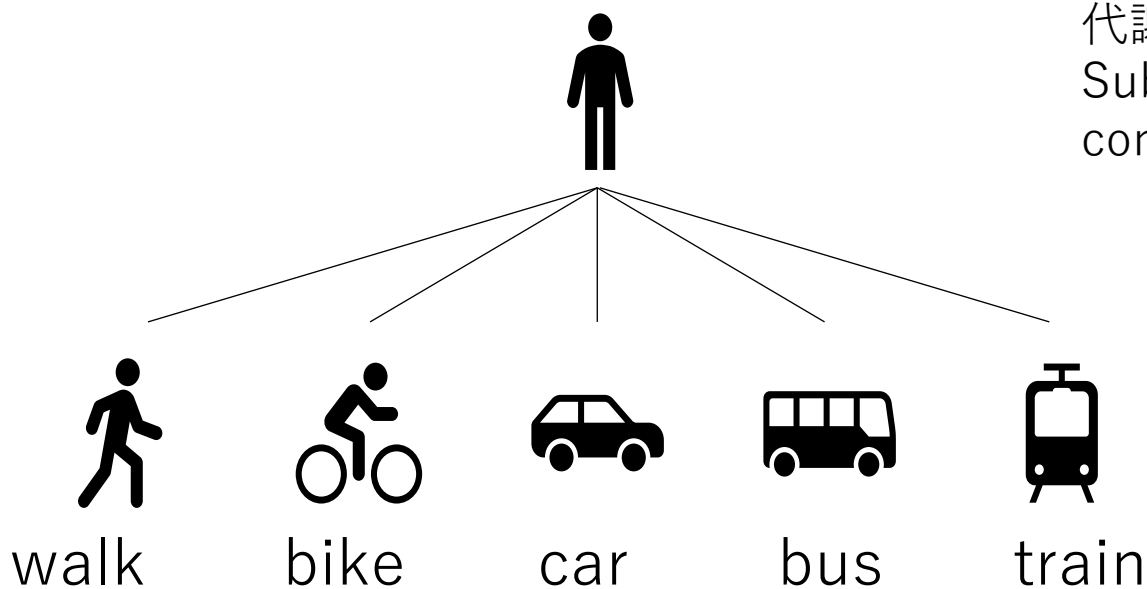
$$V_{train} = d1 \times Traveltime + f1 \times Fare + a1 \times Access\ distance + i1 \times Egress\ distance + b1$$

$$V_{bus} = d1 \times Traveltime + f1 \times Fare + a1 \times Access\ distance + i1 \times Egress\ distance + b2$$

$$V_{car} = d1 \times Traveltime + m1 \times over-50-years-old\ dummy + b3$$

$$V_{bike} = d1 \times Traveltime + g1 \times female\ dummy + b4$$

$$V_{walk} = m1 \times distance$$



代謝的換算距離（時間）を代入
Substitute the metabolic
converted distance (time)

Model1：直線距離（代謝的換算距離の使用なし）
Do not use the metabolic converted distance

	係数	t値
定数項 (train)	-0.516	-1.43
定数項 (bus)	-2.029	-6.05**
定数項 (car)	-1.017	-4.00**
定数項 (bike)	-0.901	-3.28**
Travel Time	-11.263	-10.52**
Fare	0.481	4.91**
Access Distance	0.065	3.10**
Egress Distance	0.067	3.13**
Distance (walk)	-0.107	-7.87**
Over-50-years-old Dummy	0.772	3.08**
Female Dummy	1.332	6.46**

修正済 ρ^2 値：0.277 サンプル数：744

*：5%有意, **：1%有意

Model2：代謝的換算距離（時間）を使用
Use the metabolic converted distance

	係数	t値
定数項 (train)	-0.227	-0.66
定数項 (bus)	-1.748	-5.44**
定数項 (car)	-0.780	-3.22**
定数項 (bike)	-0.861	-3.26**
Travel Time	-10.109	-10.04**
Fare	0.440	4.68**
Access Distance	0.061	2.96**
Egress Distance	0.056	2.72**
Distance (walk)	-0.098	-7.62**
Over-50-years-old Dummy	0.840	3.40**
Female Dummy	1.367	6.74**

修正済 ρ^2 値：0.260 サンプル数：744

Model1：直線距離（代謝的換算距離の使用なし）
Do not use the metabolic converted distance

	係数	t値
定数項 (train)	-0.516	-1.43

Model2：代謝的換算距離（時間）を使用
Use the metabolic converted distance

	係数	t値
定数項 (train)	-0.227	-0.66

代謝的換算距離を使用したモデルの方が適合度が低い結果となってしまった。
The model using the metabolic conversion distance resulted in a lower goodness of fit.

Distance (walk)	-0.107	-7.87**
Over-50-years-old Dummy	0.772	3.08**
Female Dummy	1.332	6.46**

修正済 ρ^2 値：0.277 サンプル数：744

Distance (walk)	-0.098	-7.62**
Over-50-years-old Dummy	0.840	3.40**
Female Dummy	1.367	6.74**

修正済 ρ^2 値：0.260 サンプル数：744

*：5%有意, **：1%有意

修正済み尤度比：0.3399

政策：電動アシスト自転車の導入

Policy : Introduction of Electrically Power Assisted Bicycles

勾配が正（上り坂）の場合と勾配が11%以上の下り坂の場合に，勾配を0とし代謝的換算距離を再計算し，各交通手段の選択確率の推移を検証する。

When the slope is positive (uphill) and when the slope is downhill (11% or more), we recalculate the metabolic converted distance by setting the slope to zero. Then We examine the transition of the probability of choosing each transportation method.

計算が間に合いませんでした...

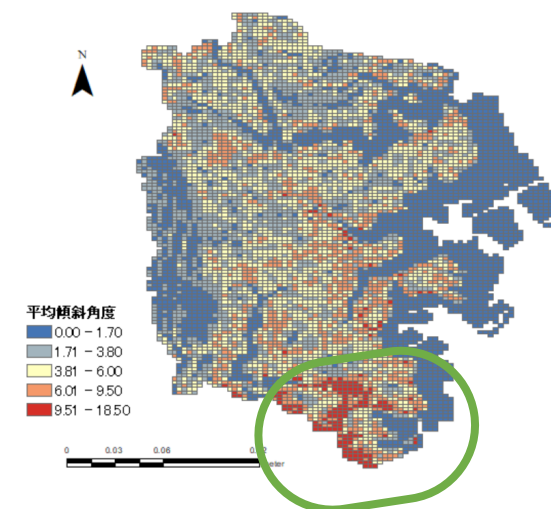
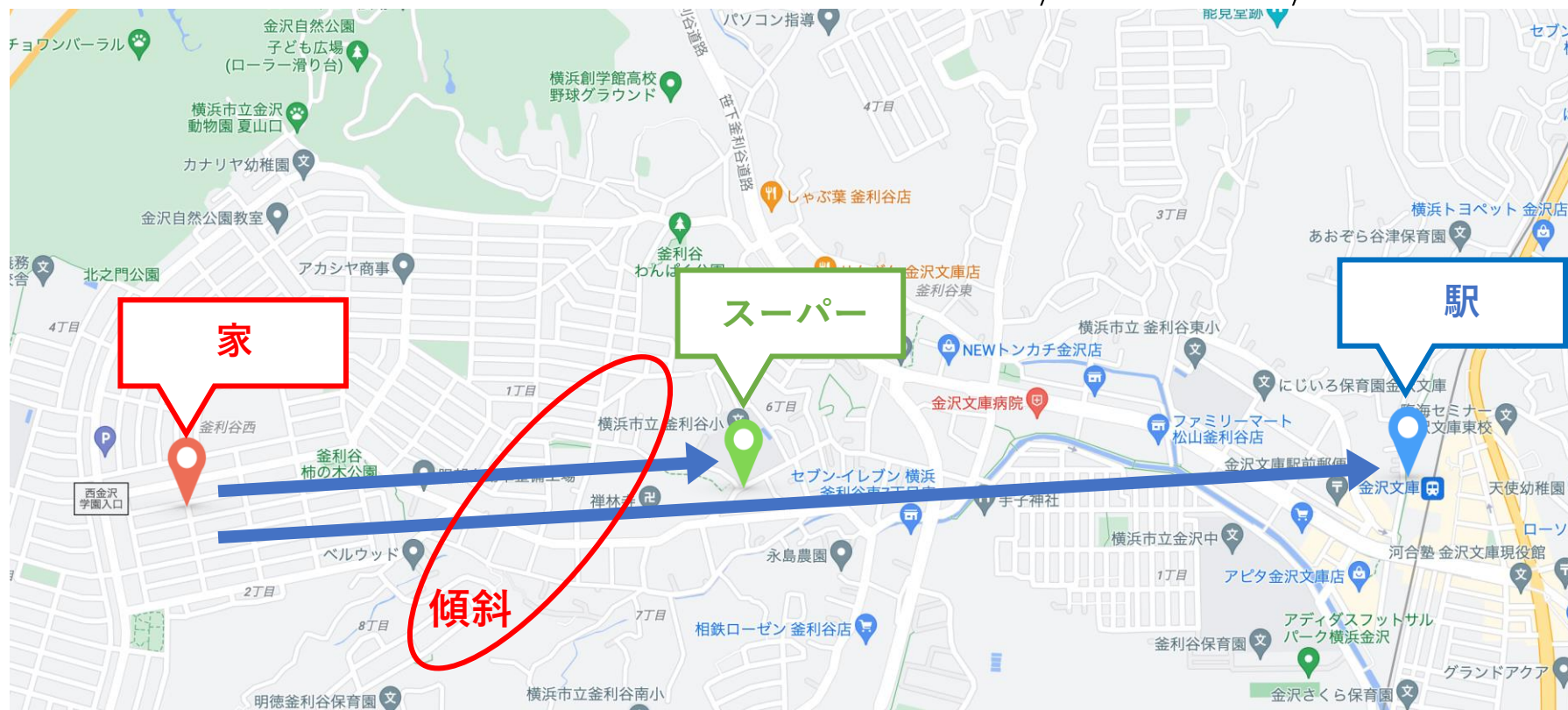
We couldn't calculate in time...

5. 経路レベルでの検討

Consideration at the Pathway Level

傾斜の多い横浜市金沢区の住宅地から、最寄りのスーパー、家までの経路距離と代謝的換算距離の比較する

Comparing route distances and metabolic equivalent distances to the nearest supermarket and house from a residential area in Kanazawa, Yokohama, which has many slopes.



計算結果 Result [単位: m]

■ 住宅地～スーパー Residential Area ~ Supermarket

	first	second	third
経路距離 Pathway Distance	1099.761	1099.761	1100.720
代謝的換算距離 Metabolic Converted Distance	1254.557	1254.587	1255.708

■ 住宅地～駅 Residential Area ~ Station

	first	second	third
経路距離 Pathway Distance	2497.475	2497.487	2498.446
代謝的換算距離 Metabolic Converted Distance	2916.238	2916.231	2917.382

代謝的換算距離の仮定を大雑把にしてしまったが、代謝的換算距離を考慮したモデルの適合度が良くなるわけではない可能性がある。

We have made a rough assumption about the metabolic converted distance, but it is possible that the fit of the model will not be better with the metabolic converted distance taken into account.

エスキスでご指摘いただいた経路レベルで代謝的換算距離を算出することやそれ自体をモデルに組み込むことができず、代謝的換算距離を活用するような政策を十分に議論できなかった。

We were not able to calculate the metabolic converted distance at the pathway level as you pointed out in your esquisse, nor were we able to incorporate the metabolic converted distance itself into the model, so we could not fully discuss policies that would utilize the metabolic converted distance.

Thank you for listening !