

IT時代の生活活動分析・評価システム



東京大学大学院

工学系研究科都市工学専攻

大森 宣暁

ITS名古屋 最先端技術発表セッション

2004年10月21日(木)

研究の背景と目的

- 都市交通計画において人の交通行動を理解することは不可欠の要素
- 「交通は活動の派生需要」であり、交通行動と生活活動との関係を理解することが、施策や環境の変化に対する個人や世帯の反応を予測する上で有効
- ITを活用して、都市空間における人の活動・交通パターンに関するデータ収集、分析、評価を行うための統合システムの開発

人の活動・交通パターンの制約条件

個人 / 世帯

- 個人 / 世帯属性 (世帯構成、居住地、勤務地、交通手段の利用可能性など)
- 活動需要

都市環境

- 土地利用 (施設、活動機会)
- 交通システム
- 社会制度

データ収集

分析 評価

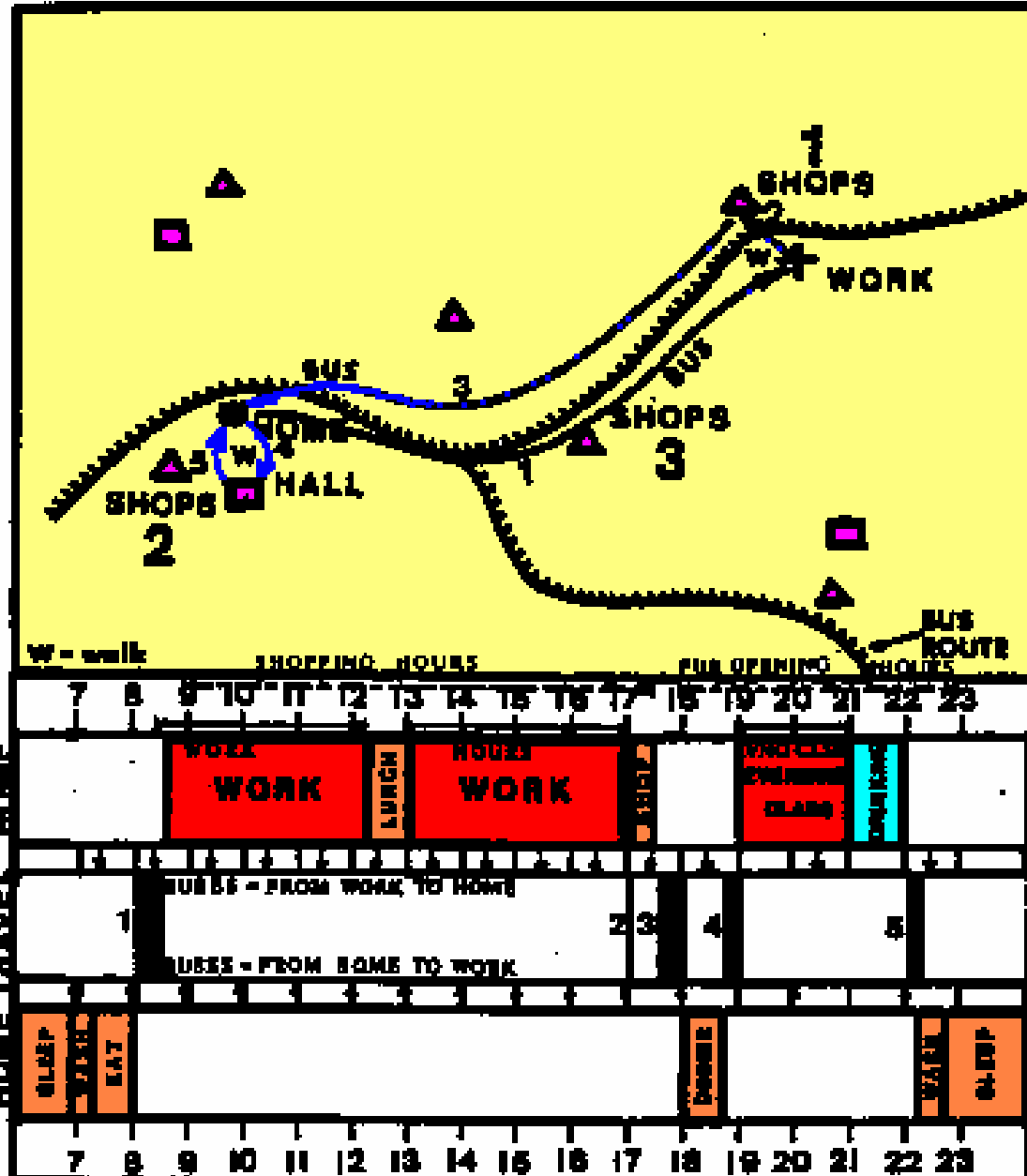
代替活動・交通パターンの選択肢集合

時空間アクセシビリティ

- 時空間制約
- 世帯員間の相互作用
- 活動スケジューリング

活動・交通パターン 時空間パス

- 顕示選好 (RP)
- アクティビティダイアリー調査
- 位置情報技術 (GPS, PHSなど)
- 表明選好 (SP)
- コンピューターベースのインタビュー調査



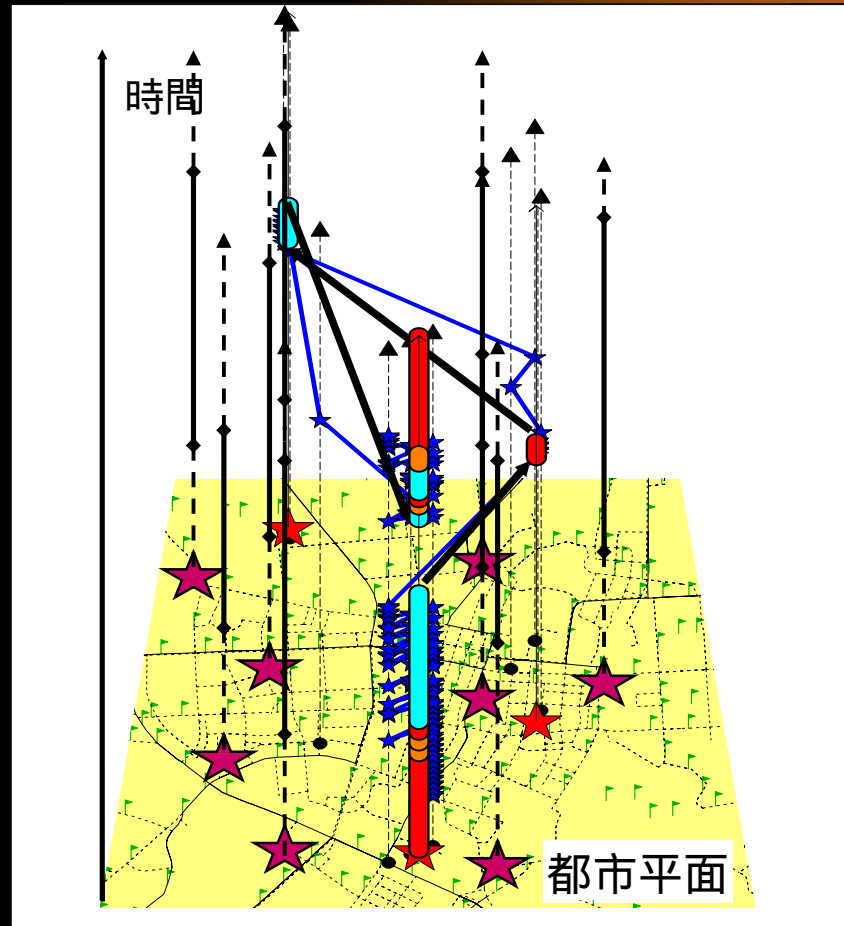
Household Activity-Travel Simulator

都市空間における 一日の活動・交通パターン

GPS、PHSによる
行動軌跡

ダイアリーによる
活動パターン

GISによる
交通ネットワーク
活動機会



具体的な技術

- 位置情報技術、インターネット、GISを利用した、生活活動分析・評価システム
 - GPS携帯電話を利用した活動・交通行動調査システム
 - Web-GISを利用したSP調査システム
 - GISを利用した活動・交通シミュレータ

あなたの調査日の外出状況について教えてください。

スタート

表-1 施設の種類

1. 住宅
2. 学校・教育施設
3. 医療・厚生・福祉施設
4. 公共施設
5. 事務所・官庁・銀行
6. 商店・買い物場
7. スーパー・デパート
8. 小売店・飲食店
9. 宿泊施設・娯楽施設
10. 工場・倉庫
11. その他

表-2 目的

1. 仕事のため
2. 通学・通園のため
3. 買物のため
4. 買い物や遊びのため
5. 食事や交際のため
6. 娯楽・遊戯・レクリエーション
7. 送迎のため（付き添いなど）
8. その他（家事、通院、散歩など）
9. 福祉（高齢者へ戻る）
10. 帰校（通学先・通園先へ戻る）
11. 帰宅

表-3 交通手段

1. 徒歩（買い物・通勤コウターも含む）
2. 自転車
3. オートバイ・軽自動車付自転車
4. 路線バス
5. 高速バス
6. 送迎バス・貸切バスなど
7. 地下鉄
8. JR在来線など
9. 新幹線
10. 飛行機
11. 船
12. タクシー・ハイヤー・運転代行
13. 船舶・航空機
14. その他

表-4 駐車場

1. 駐車しない（徒歩を含む）
2. 路上駐車
3. 自宅車庫
4. 同僚駐車場（自宅車庫以外）
5. 日貸し・期間貸し駐車場
6. 業務先の駐車場
7. 事務所・店舗・訪問先の駐車場
8. その他

はじめに出発した場所

① 最初にいた場所はどこでしたか
 1 自宅 2 勤務先A 3 勤務先B 4 通学先・通園先
 5 1~4以外の場合
 その施設の種類と名称をお答え下さい
 種類 表-1から 名称

② 何時に出発しましたか
 午前 午後 時 分

③ 何時に到着しましたか
 午前 午後 時 分

④ どこに行きましたか
 1 自宅 2 勤務先A 3 勤務先B 4 通学先・通園先
 5 1~4以外の場合
 その行き先の施設の種類と名称をお答え下さい
 種類 表-1から 名称

その行き先の所在地をお答え下さい
 市区町村 市 区
 町・丁目 丁目 番地

1 番目の行き先



2 番目の行き先



3 番目の行き先



1 回目の移動

① 何のために移動しましたか 表-2から 番

② 何時に出発しましたか 午前 午後 時 分

③ 何時に到着しましたか 午前 午後 時 分

④ どこに行きましたか
 1 自宅 2 勤務先A 3 勤務先B 4 通学先・通園先
 5 1~4以外の場合
 その行き先の施設の種類と名称をお答え下さい
 種類 表-1から 名称

その行き先の所在地をお答え下さい
 市区町村 市 区
 町・丁目 丁目 番地

2 回目の移動

① 何のために移動しましたか 表-2から 番

② 何時に出発しましたか 午前 午後 時 分

③ 何時に到着しましたか 午前 午後 時 分

④ どこに行きましたか
 1 自宅 2 勤務先A 3 勤務先B 4 通学先・通園先
 5 1~4以外の場合
 その行き先の施設の種類と名称をお答え下さい
 種類 表-1から 名称

その行き先の所在地をお答え下さい
 市区町村 市 区
 町・丁目 丁目 番地

3 回目の移動

① 何のために移動しましたか 表-2から 番

② 何時に出発しましたか 午前 午後 時 分

③ 何時に到着しましたか 午前 午後 時 分

④ どこに行きましたか
 1 自宅 2 勤務先A 3 勤務先B 4 通学先・通園先
 5 1~4以外の場合
 その行き先の施設の種類と名称をお答え下さい
 種類 表-1から 名称

その行き先の所在地をお答え下さい
 市区町村 市 区
 町・丁目 丁目 番地

⑤ 利用した交通手段の種類を順にお答え下さい
 公共交通を利用した人は、駅名・停留所名を記入して下さい

表-3から 乗車地点名 降車地点名

バス	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月

⑤ 利用した交通手段の種類を順にお答え下さい
 公共交通を利用した人は、駅名・停留所名を記入して下さい

表-3から 乗車地点名 降車地点名

バス	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月

⑤ 利用した交通手段の種類を順にお答え下さい
 公共交通を利用した人は、駅名・停留所名を記入して下さい

表-3から 乗車地点名 降車地点名

バス	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月
次	番	1 はい	2 いいえ	人	番	1	2	円	3	円/月

⑥ 自転車を利用した人にお聞きします（交通手段10, 11番を選んで人にお聞きします）

あなたが運転しましたか
 乗車人数は 自転車の種類は 自転車利用は

自転車を利用した人にお聞きします
 あなたが運転しましたか
 乗車人数は 自転車の種類は 自転車利用は

表-4から 1 無料 2 日貸し・期間貸し 3 月貸し駐車場

1	行け	2	行けなかつた	
その方法は何か（複数回答可）	1 自転車から運転する	2 自転車で固定してもらつた	3 バスや鉄道を利用する	4 その他の交通手段

⑥ 自転車を利用した人にお聞きします（交通手段10, 11番を選んで人にお聞きします）

あなたが運転しましたか
 乗車人数は 自転車の種類は 自転車利用は

自転車を利用した人にお聞きします
 あなたが運転しましたか
 乗車人数は 自転車の種類は 自転車利用は

表-4から 1 無料 2 日貸し・期間貸し 3 月貸し駐車場

1	行け	2	行けなかつた	
その方法は何か（複数回答可）	1 自転車から運転する	2 自転車で固定してもらつた	3 バスや鉄道を利用する	4 その他の交通手段

⑥ 自転車を利用した人にお聞きします（交通手段10, 11番を選んで人にお聞きします）

あなたが運転しましたか
 乗車人数は 自転車の種類は 自転車利用は

自転車を利用した人にお聞きします
 あなたが運転しましたか
 乗車人数は 自転車の種類は 自転車利用は

表-4から 1 無料 2 日貸し・期間貸し 3 月貸し駐車場

1	行け	2	行けなかつた	
その方法は何か（複数回答可）	1 自転車から運転する	2 自転車で固定してもらつた	3 バスや鉄道を利用する	4 その他の交通手段

⑦ この行き先へは他の方法でも行くことができましたか

1 行け 2 行けなかつた

その方法は何か（複数回答可）

- 1 自転車から運転する
- 2 自転車で固定してもらつた
- 3 バスや鉄道を利用する
- 4 その他の交通手段

⑦ この行き先へは他の方法でも行くことができましたか

1 行け 2 行けなかつた

その方法は何か（複数回答可）

- 1 自転車から運転する
- 2 自転車で固定してもらつた
- 3 バスや鉄道を利用する
- 4 その他の交通手段

⑦ この行き先へは他の方法でも行くことができましたか

1 行け 2 行けなかつた

その方法は何か（複数回答可）

- 1 自転車から運転する
- 2 自転車で固定してもらつた
- 3 バスや鉄道を利用する
- 4 その他の交通手段

4月18日 (K)

活動内容……睡眠、食事、身支度、入浴、掃除、洗濯、炊事、仕事、授業、研究、テレビ、趣味、交際、買い物、休息、移動 など

誰と……一人、友人A、友人B、家族（具体的な属性）、先生A など

最終的には、「授業」と「研究」以外の活動については、一緒にいった人を特定できるようにしてください。

記入例

* あらかじめ今日行うことが予定されており、時刻と場所が決まっていた活動は、「予定」の欄に記入しましょう。

* 時刻や場所は決まっていなかったが、今日行うことが予定されていた活動には、「実際」の欄のその活動に○をつけて下さい。

AM3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 PM12:00 1:00 2:00 3:00

予定																		
活動内容										授業								
実際			睡眠			身支度	朝食	移動	仕事		授業		仕事	移動	朝食	移動		仕事
誰と															友人A 友人B			一人

PM3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 AM0:00 1:00 2:00 3:00

予定																		
活動内容																		
実際	ミーティング		休息		仕事	移動		飲み会		移動	テレビ	入浴	読書	テレビ				睡眠
誰と	一人			友人A				友人A、友人B、友人C										一人

質問1 今日1日の生活に対する満足度は？ (満足) まあ満足 どちらとも言えない やや不満 不満)

質問2 その理由は？

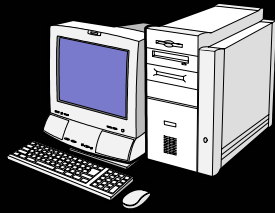
{ 飲み会が楽しかった。 }

GPS携帯電話を用いた 生活活動調査システム

- 従来の調査票記入形式調査における課題の克服
 - 被調査者側の回答負荷軽減
 - データ記録精度の向上
 - 調査者側の調査コスト(配布・回収・入力)削減
- GPS携帯電話を用いた生活活動調査用アプリケーション開発
- 紙ベースの調査票との比較による利点・欠点の考察

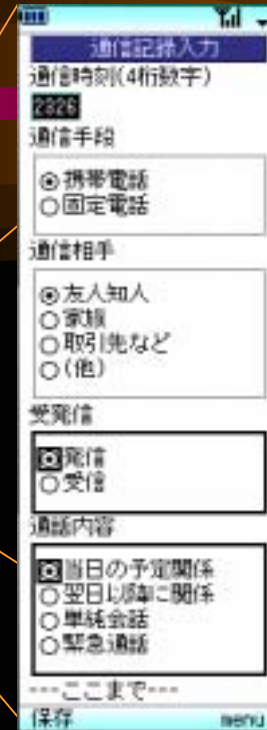
システムイメージ

データ受信サーバ
CGIを用いてGPSデータ受取・保存



GPS情報+端末ID
(HTTP)

AD記録
(E-Mail)



au GPS
携帯

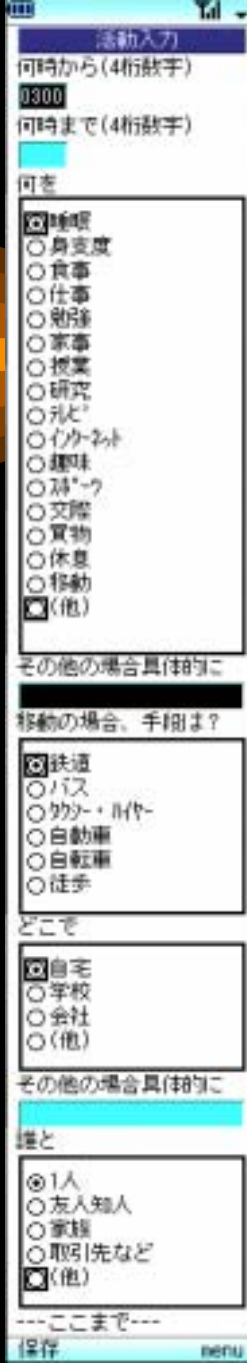
ADアプリの概要

- ・10分間隔でGPS位置情報を取得・送信。
- ・AD入力フォームの生成と記録の端末内への保存。ADデータはアプリ終了時等にまとめて送信。端末内に保存されている記録の確認や削除可。
- ・電話着信、メール受信は通常通り。(発信時はアプリを中断)
- ・GPS等にかかる通信費用は1日あたり約900円。

アクティビティダイアリー記録内容

- 開始・終了時刻 (数値入力)
- 内容 (選択or自由記入)
- 移動手段 (選択)
- 場所 (選択or自由記入)
- 活動をともにした相手 (選択)
- 記録保存時刻 (自動)

➡ 記録精度考察に利用



GPS携帯調査システム

結論と今後の課題

- 記録頻度増加と活動終了～記録までのタイムラグ減少により、精度向上が期待できる
- 被験者への負荷という点では効果は低い
- バッテリー消費の激しさにより被験者の行動に影響
- GISの活用

GISベースの活動・交通シミュレータ#1

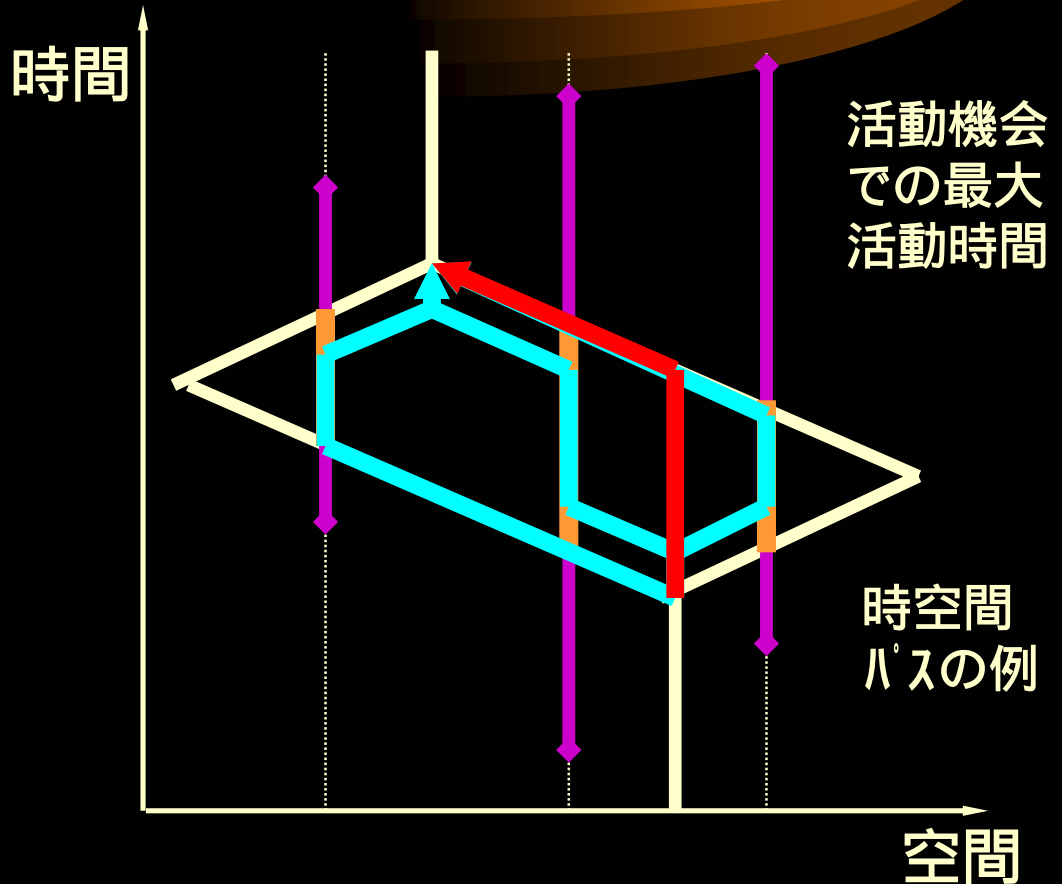
Simulation Model for Activity Planning (SMAP)

- MapInfoをMapBasicによりカスタマイズ
- 活動パターンをGIS上に時間軸と空間軸で表示し、実行可能な代替活動パターンを提示できる。
- 二人の時空間制約を導入し、世帯員間の相互作用(同乗・送迎)を明示的に考慮している。
- 複数日単位で活動パターンを考慮できる。
- 高齢者世帯の外出行動の制約条件の理解、制約条件や環境の変化による行動の変更可能性を検討するために適用

時空間プリズムと時空間パス

制約条件

- 活動スケジュール
 - 活動の時空間制約
- 交通ネットワーク
 - 道路ネットワーク
 - 公共交通ネットワーク
- 活動機会
 - 立地
 - 営業時間



本システムの概要

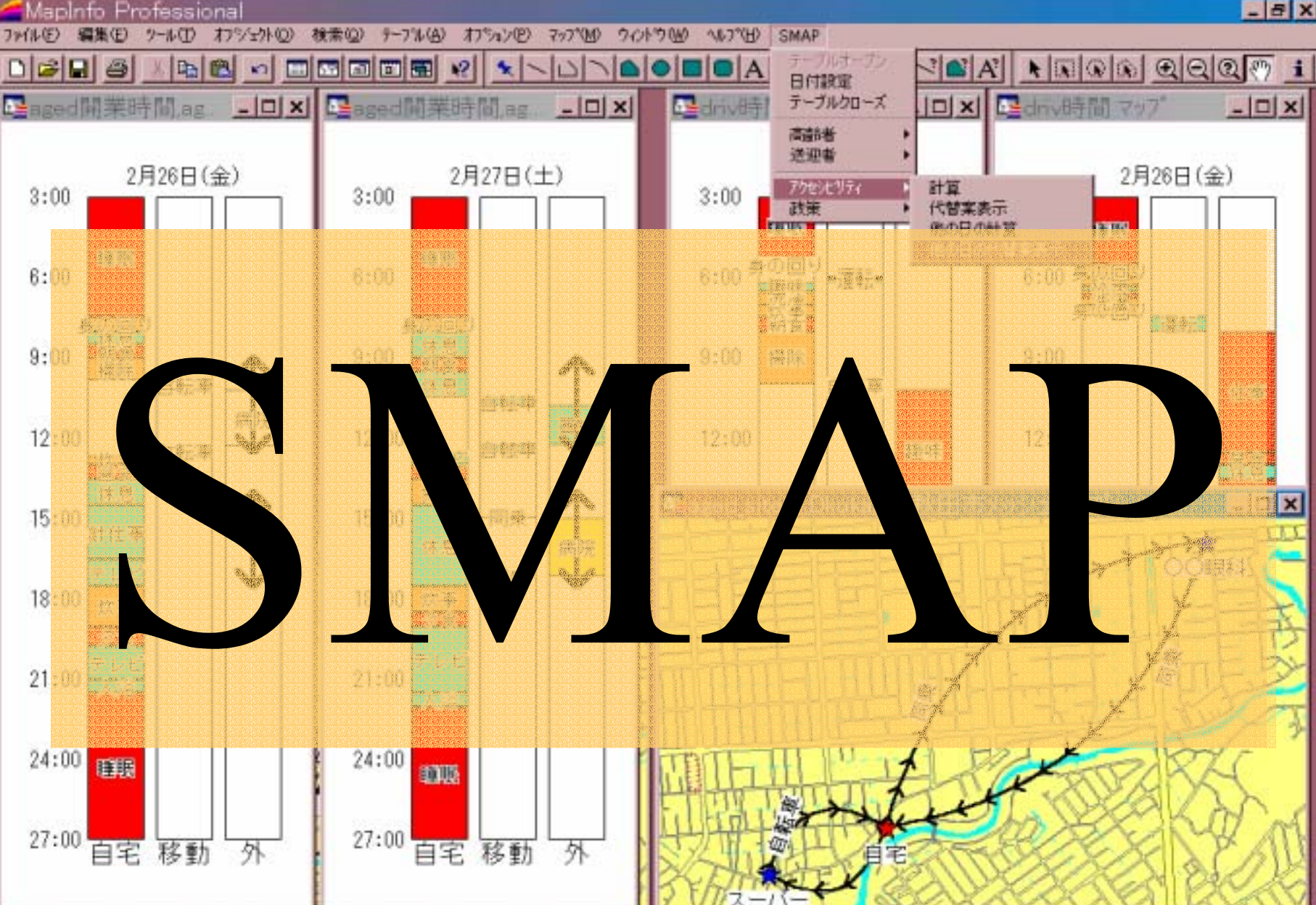
入力データ

- 交通需要サイト
 - 活動スケジュール(アクティビティダイアリー、活動の時空間制約)
 - 個人・世帯属性(利用可能交通手段、交通費予算、最大徒歩時間)
 - 行動軌跡(GPS, PHSデータなど)
- 交通供給サイト
 - 交通ネットワーク
- 活動機会サイト
 - 施設立地、サービス時間帯

制約条件
の変更

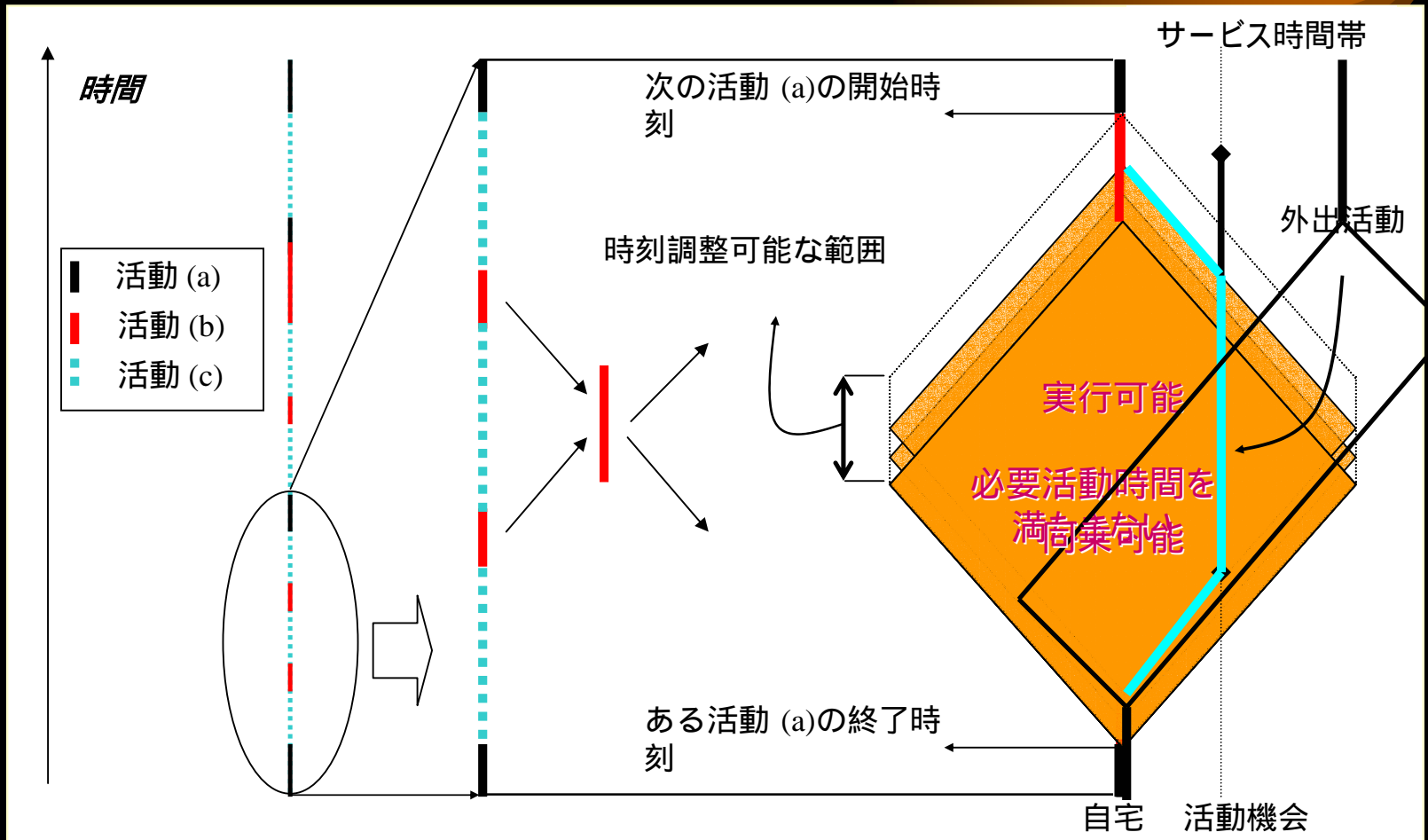
代替活動パターンの生成・活動実行可能性の判定

GIS上での活動・交通パターンの時空間表示

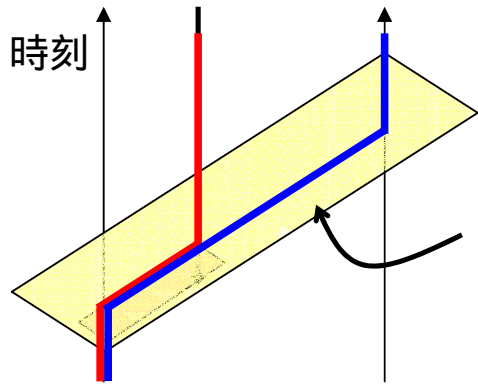


Simulation Model for Activity Planning

スケジュール変更が可能な 時空間プリズムと時空間アクセシビリティ



スケジュール変更が可能な時空間プリズム を考慮した同乗可能性の判定方法

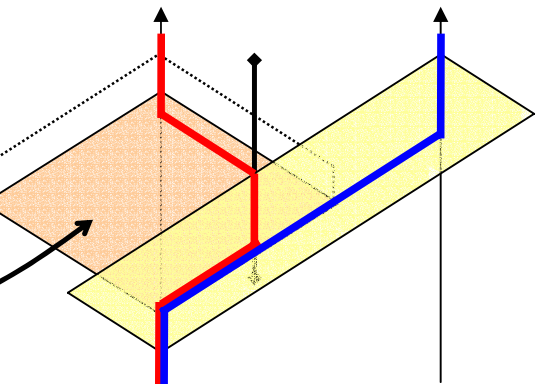


実際のトリップで同乗可能

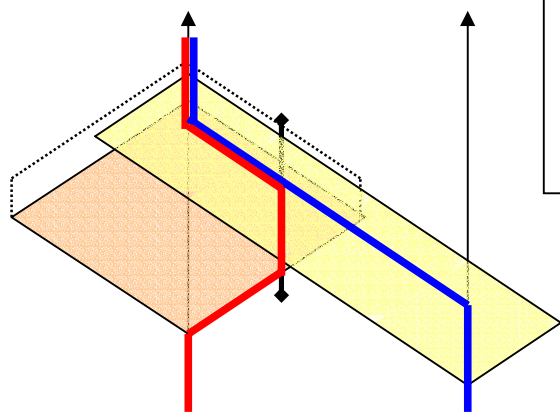
プリズム時刻調整
可能範囲

運転者のプリズム

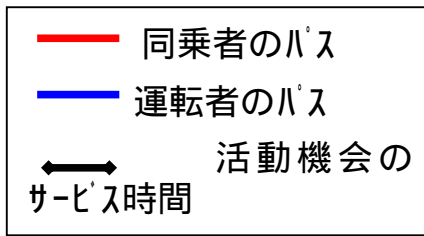
同乗者のプリズム



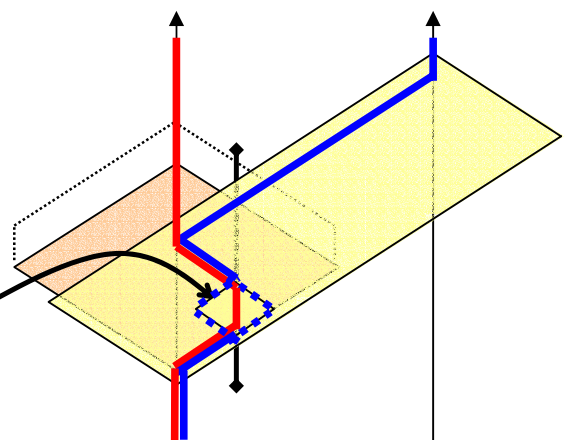
プリズム内で往路のみ同乗可能



プリズム内で復路のみ同乗可能



運転者はこのプリズム
内にいることが条件



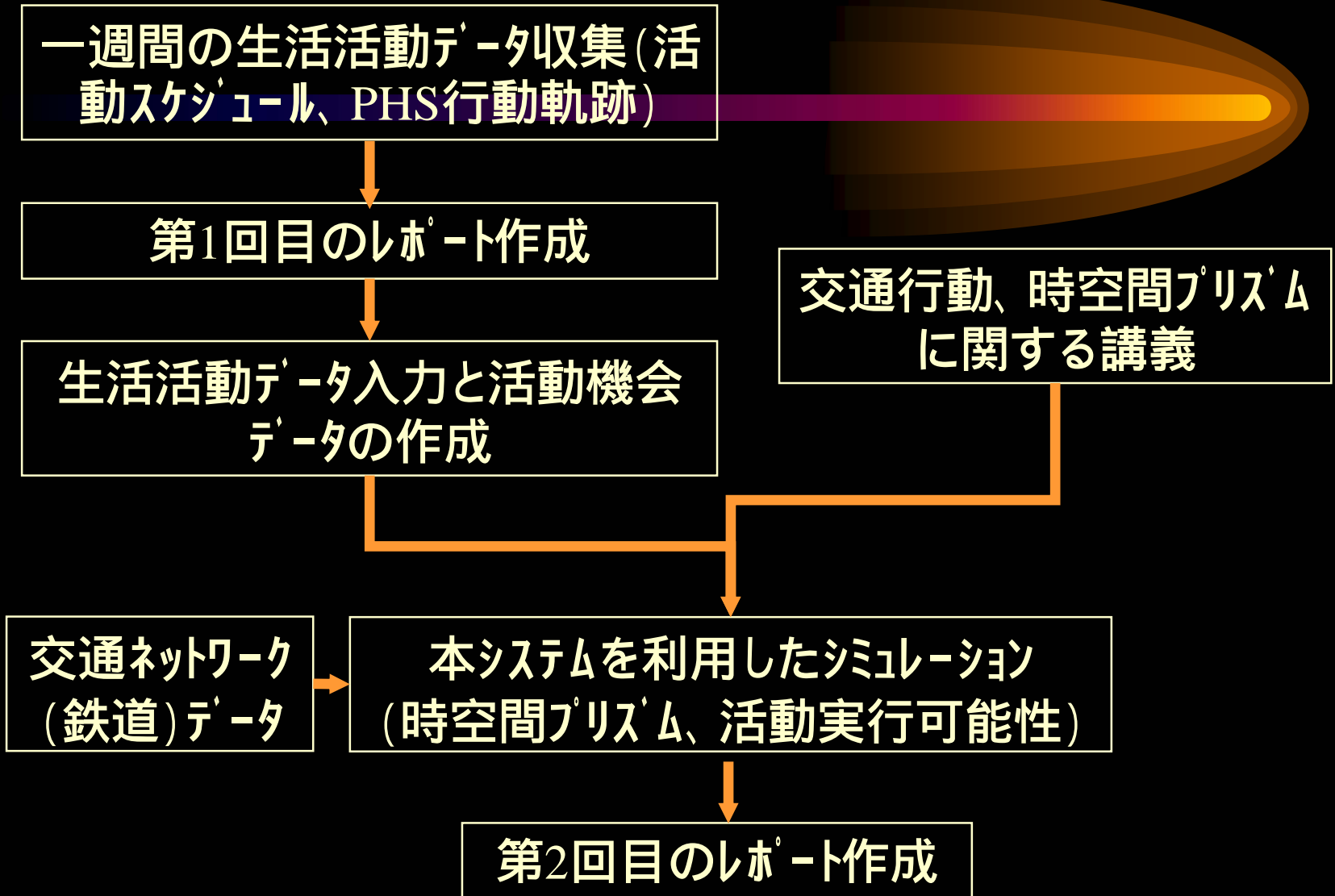
プリズム内で往路復路とも同乗可能

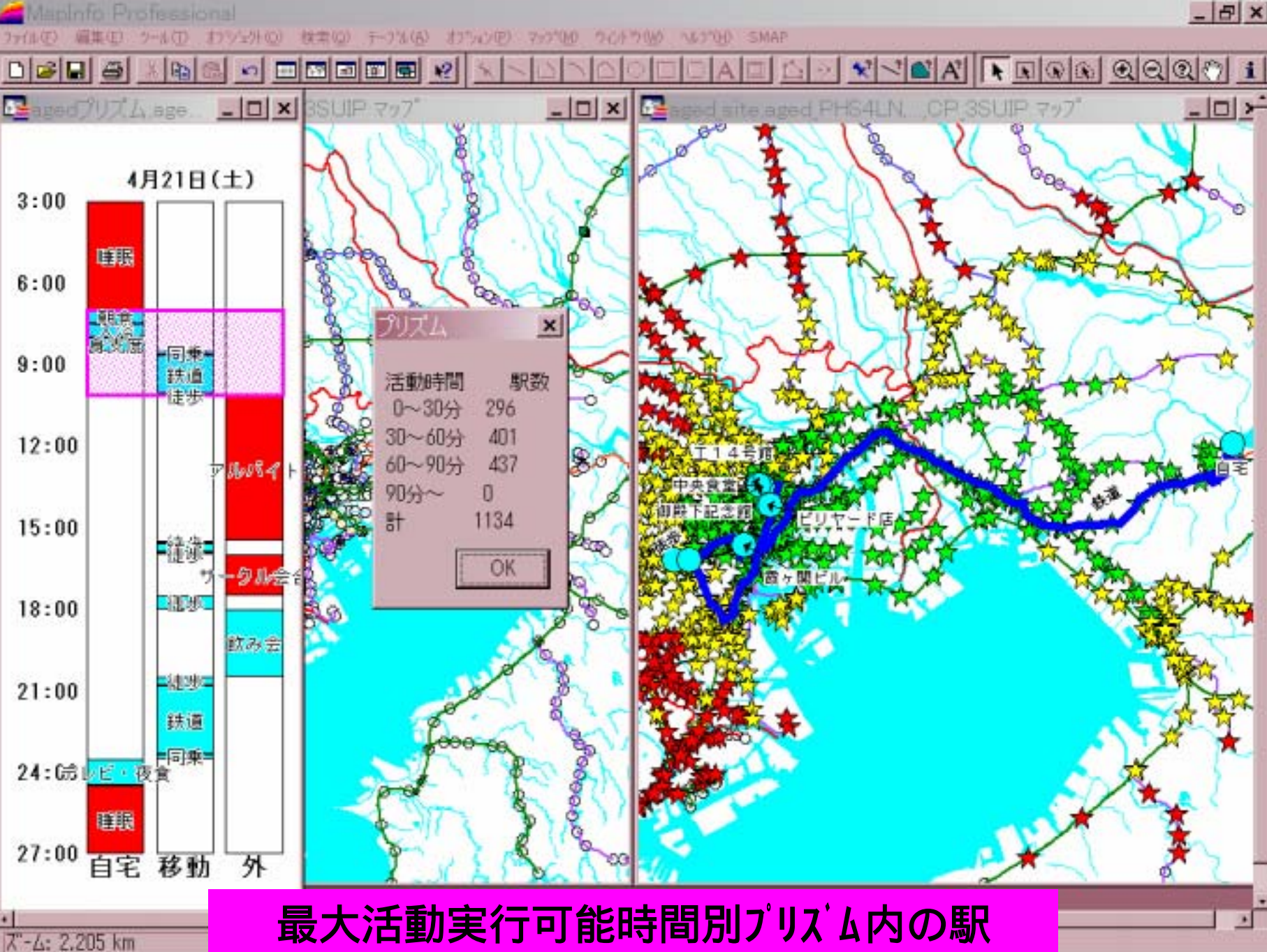
GISベースの活動・交通シミュレータ#2

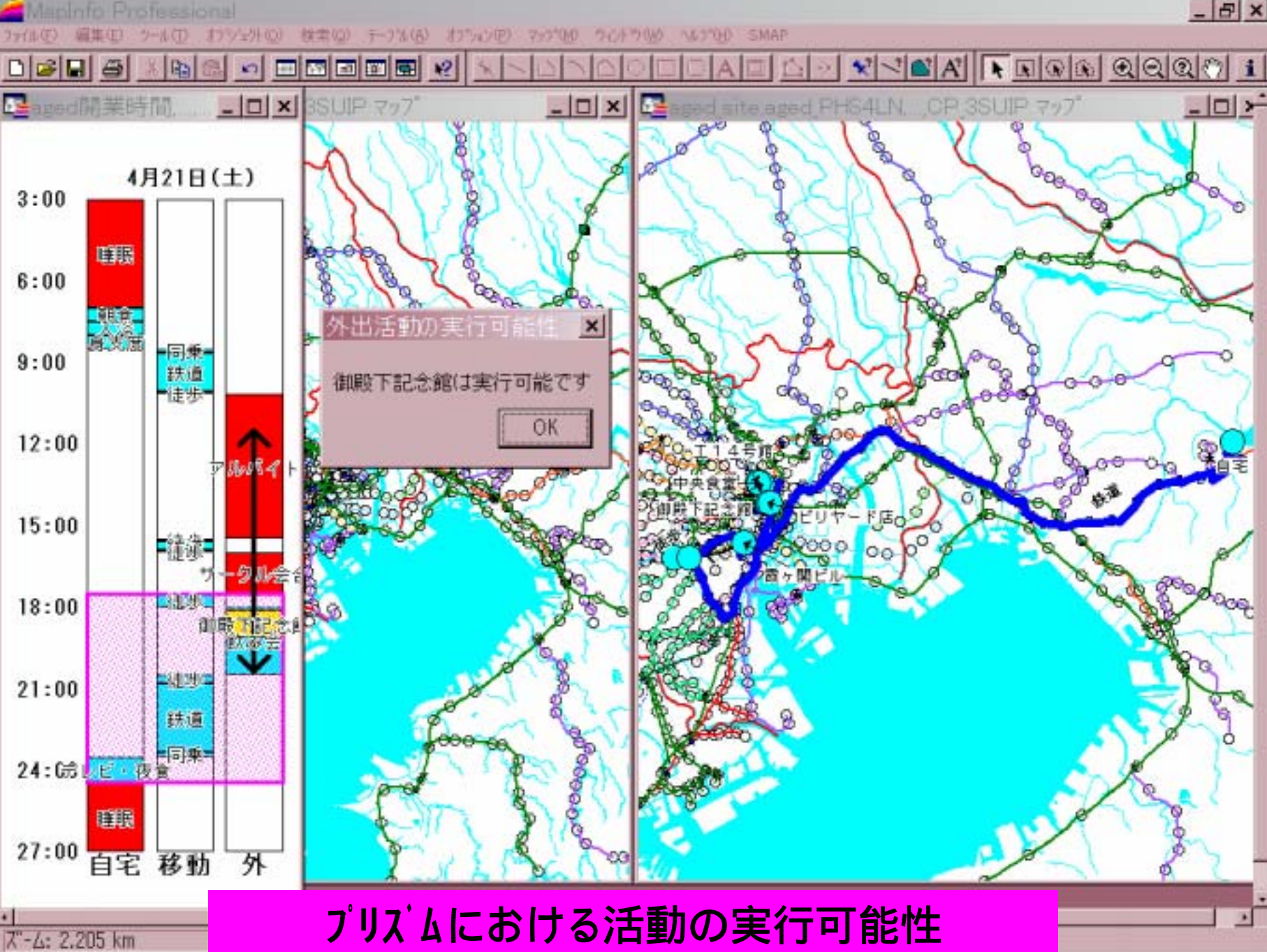
SMAP for Education (SMAP-E)

- 時空間プリズムの大きさ、プリズムにおける活動の実行可能性をシミュレーション可能なツール
- 時空間制約下における交通行動の理解を支援
- 大学院の授業へ適用
- 学生のレポートの分析から有効性と改良の方向性を確認

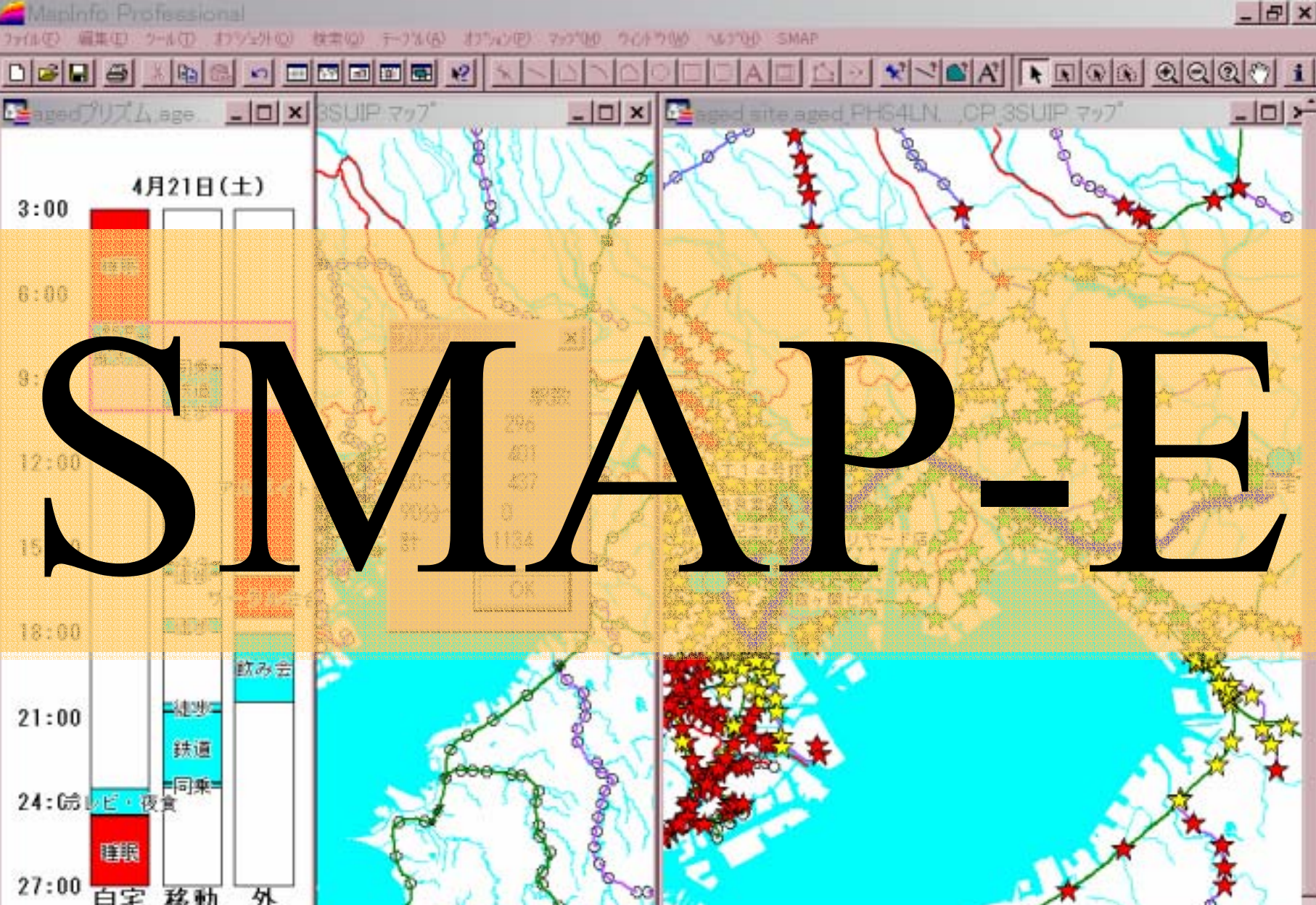
SMAP-Eを利用した授業の流れ







プリズムにおける活動の実行可能性



SMAP-E

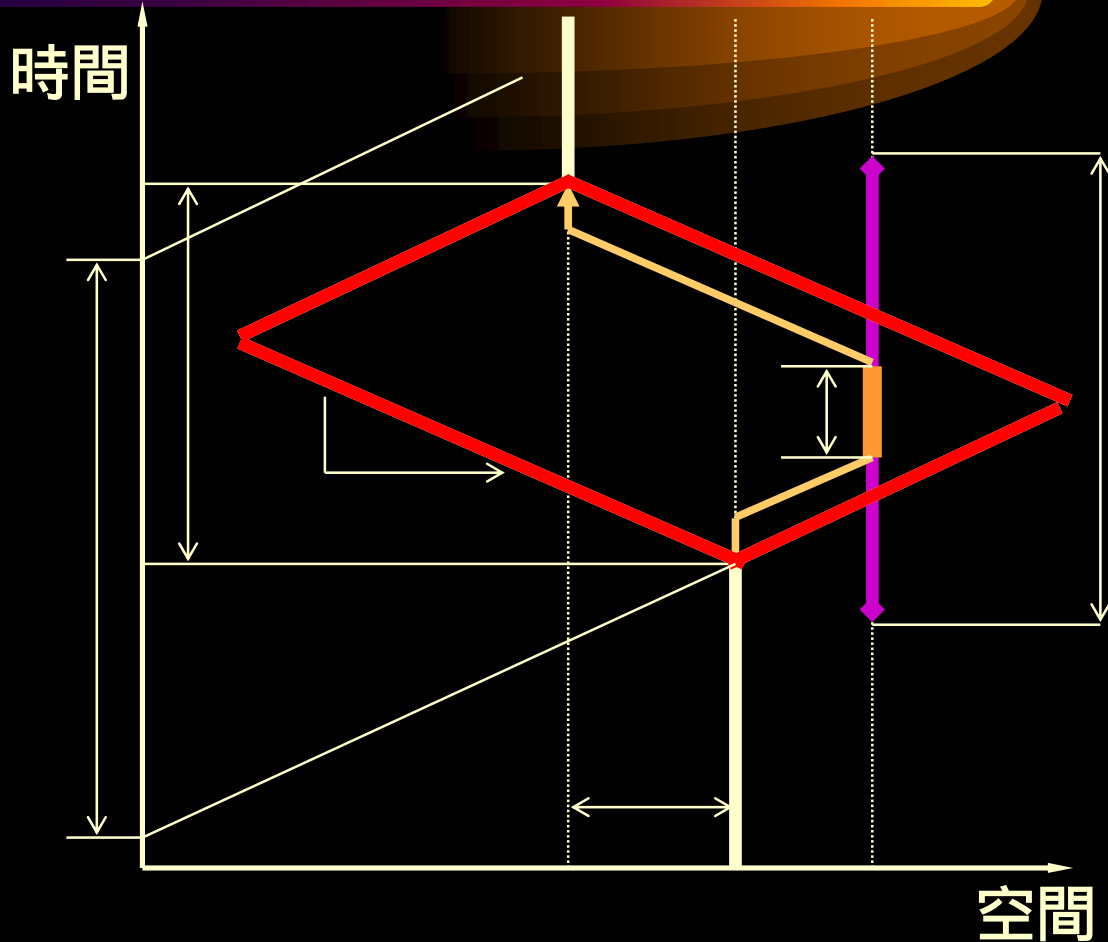
SMAP for Education

シミュレーションにおける操作変数

自由時間
固定活動場所間の距離
速度
鉄道サービス時間

時空間プリズムの大きさ
活動時間
活動機会立地

活動機会のサービス時間



- 利用者に対して、時空間制約下での活動・交通行動をより深く理解し、毎日の生活活動を省みる機会を提供
- その他の意見
 - 実行不可能と認識していた活動が実行可能であった
 - 時間を有効に利用していない
 - 移動時間の占める割合が大きい
 - 他の日でもその活動が実行可能であった

- システムの改良の方向性
 - 操作性の高いユーザーインターフェース
 - 鉄道以外の交通手段の考慮
 - 所要時間の変動の考慮
 - 実際に利用した施設以外の活動機会データ
 - 最大活動可能時間の表示
 - 活動スケジュールの設定の柔軟性

GIS 4'-ースの活動・交通シミュレータ#3

SMAP for Leisure (SMAP-L)

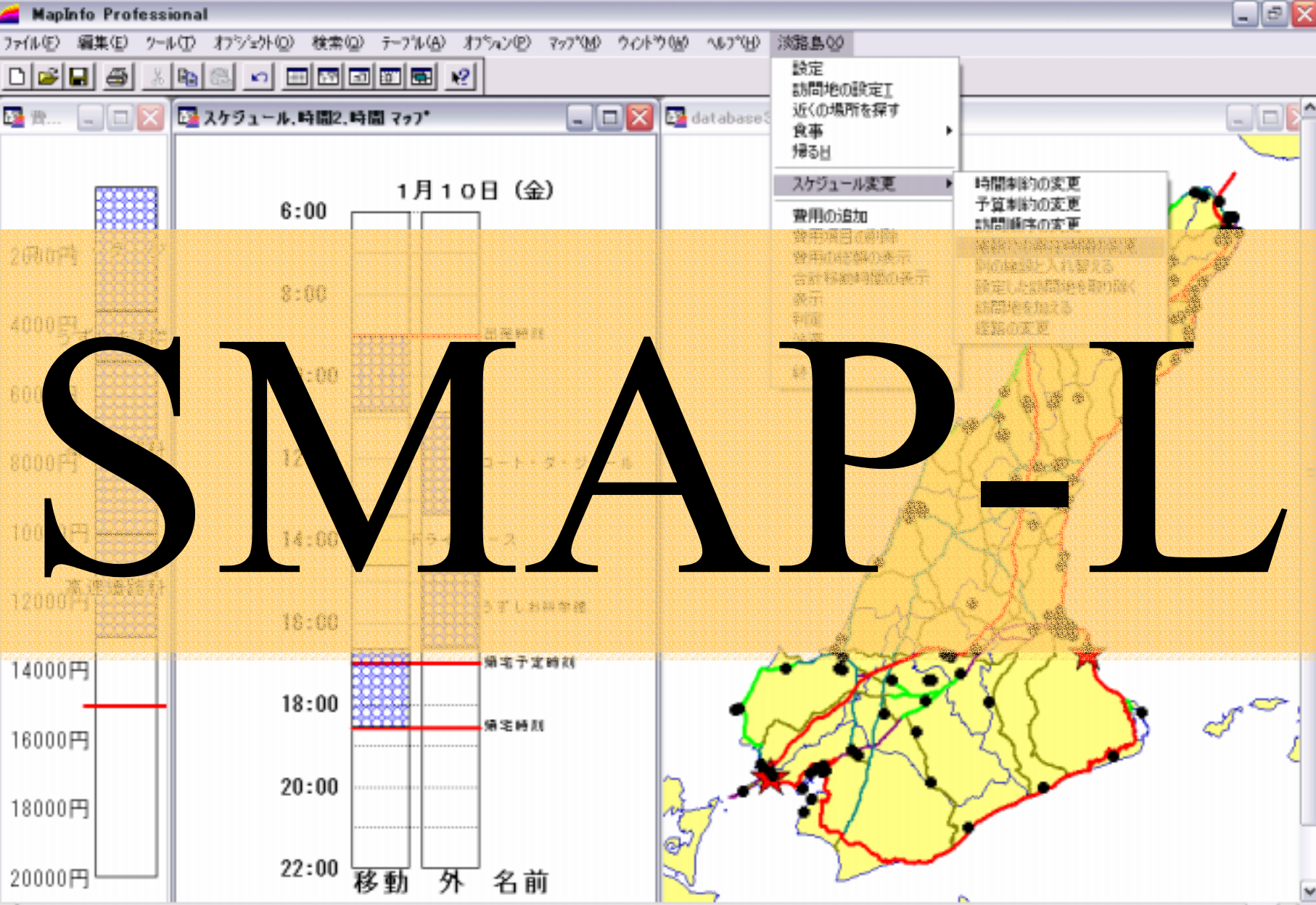
- 日帰り観光旅行の旅行計画支援システム
- 観光スケジューリングプロセスの理解
- 淡路島をケースに開発・適用

旅行計画支援システムの開発

- 出発時刻、複数の目的地と訪問順序を時間軸に沿って順に設定し、施設間の所要時間と経路を特定し、活動スケジュールを地図と時間軸上に表示する。
- 利用したGISデータ
 - 道路ネットワーク(DRMをベース)
 - 施設(「るるぶ淡路島'02」に掲載されている全247観光施設(食事施設を含む))
 - 種類、立地、営業時間、入場料、平均滞在時間

スケジュールの作成

- 作成されたスケジュールが、時間・費用に関する制約(帰宅時刻、施設営業時間、昼食時刻、施設滞在時間、金銭費用)を満たしているかどうかを判定。
- スケジュールの変更(出発時刻の変更、目的地の追加・削除・変更、滞在時間の変更、経路の変更、支出額の変更)を促し、スケジュールの変更を行い、最終的なスケジュールを作成。



SMAP-1

SMAP for Leisure

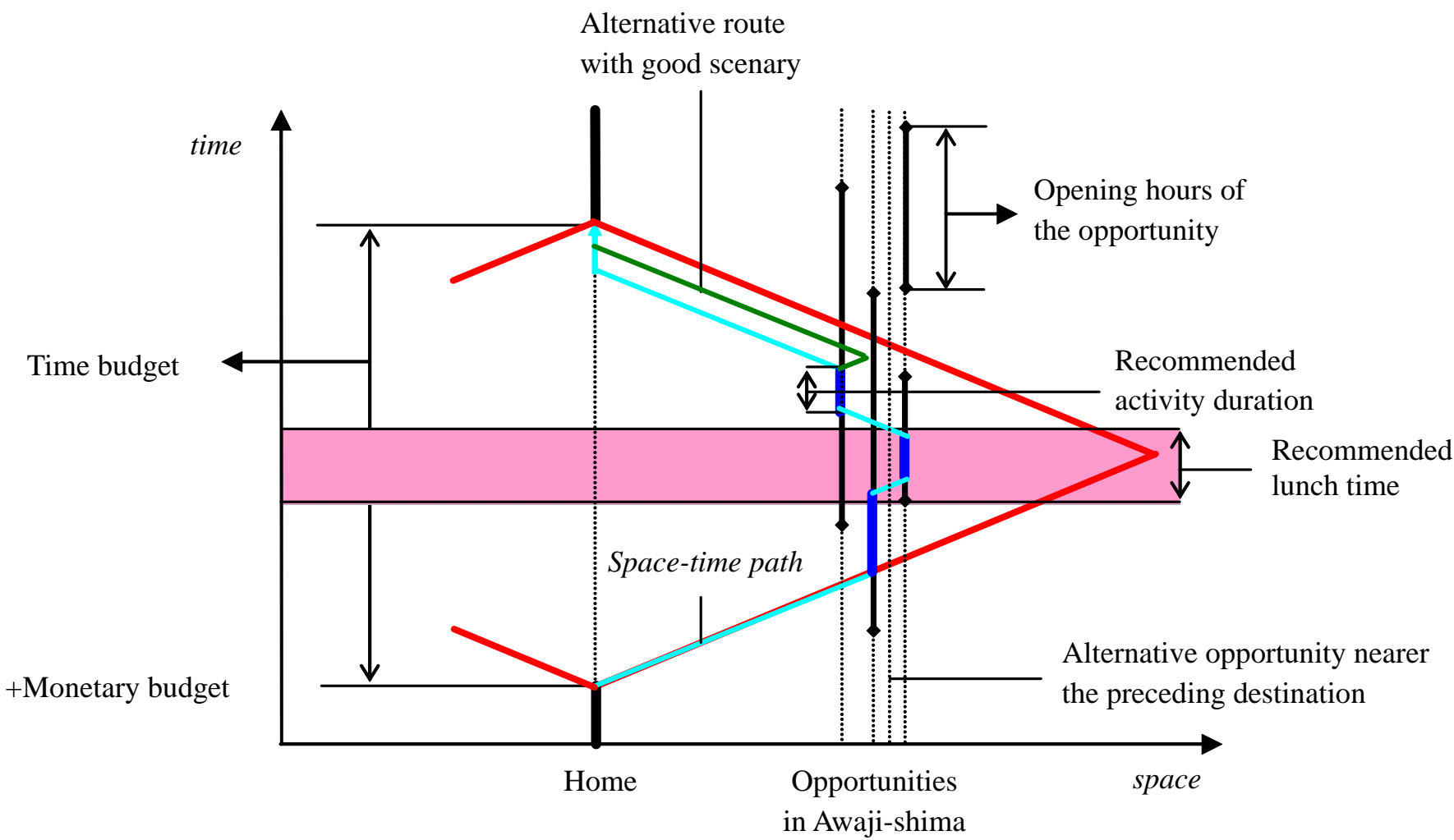


Figure 7. Activity scheduling in SMAP-L

スケジュールにおいて計画された項目 とスケジュールパターン

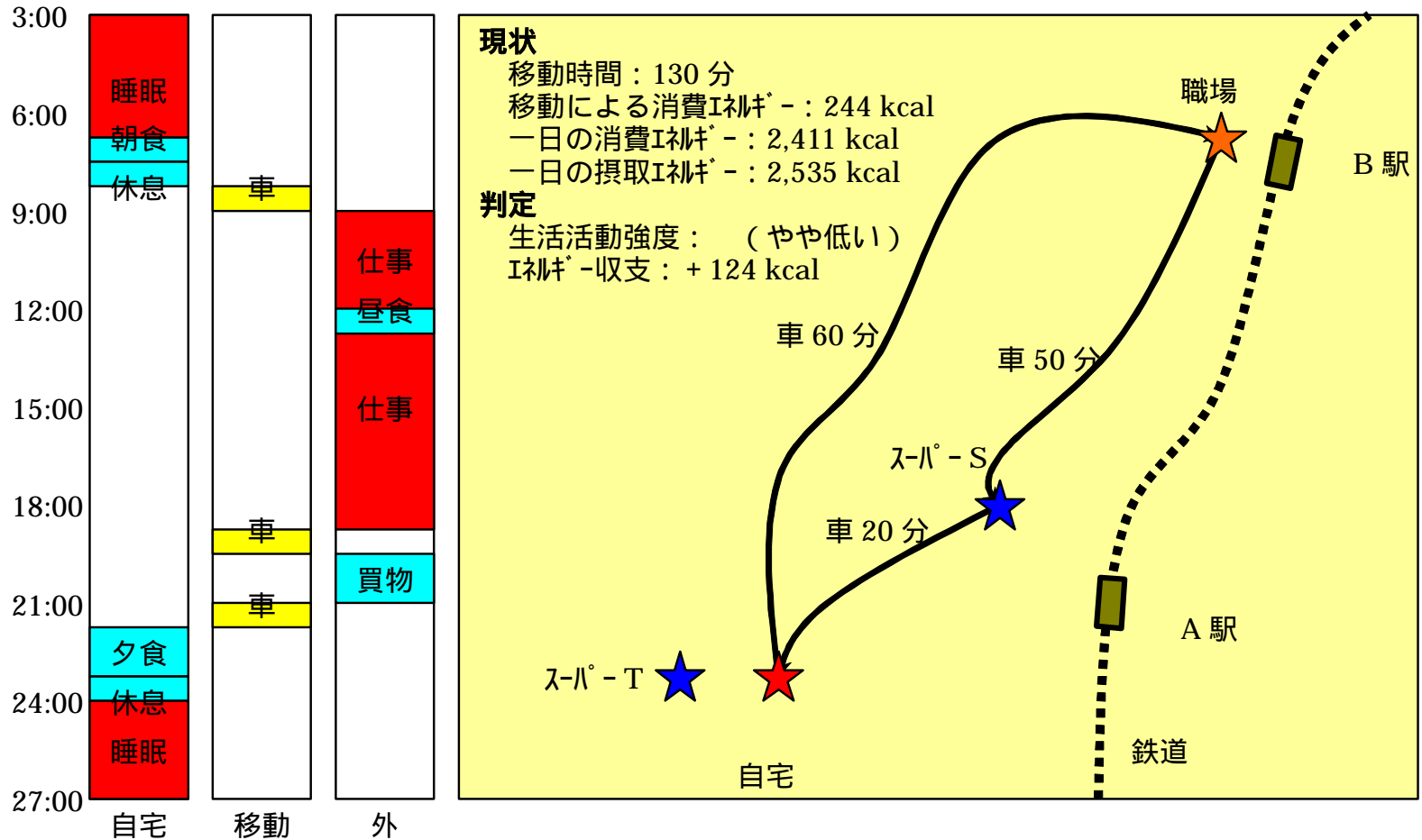
パターン	目的地	経路	食事	時間	費用	サンプル数
1						5
2						10
3						8
4						7
5						2
6						1
サンプル数	33	26	25	16	7	33

- 自動車を利用しての淡路島への日帰り観光旅行を対象にスケジューリング行動を分析した。
- GIS上で旅行シミュレーションが可能な「旅行計画支援システム」を開発し、面接調査に適用した。
- 多様なスケジューリング・パターンが存在すること、制約条件に対して多様な対応を行うことを把握することができた。
- 実際の旅行行動調査と組み合わせた分析などが課題

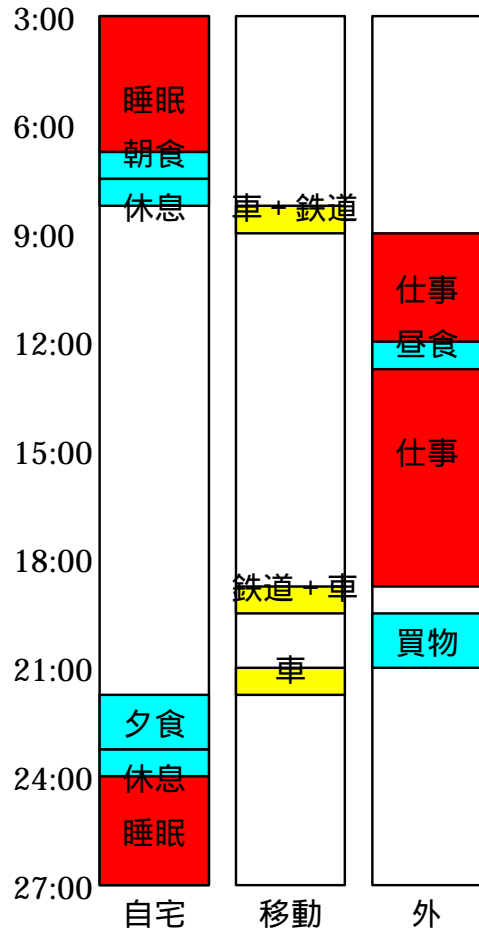
IT時代の生活活動分析・評価システム の今後の発展可能性

- より多様な指標(移動時間・距離・コスト、燃料消費、環境負荷、エネルギー収支など)による生活活動の自己診断・評価が可能なシステムへの拡張
- 交通システム、活動機会のリアルタイム情報取得によるスケジューリング機能を付加したナビゲーションシステム
- テレコミュニケーションの利用によるサイバースペースでの活動を考慮した活動・交通スケジューリング / パターンの分析

現状の活動パターン



代替活動パターン



代替案 2 (交通手段変更)

移動時間：130 分

移動による消費エネルギー：375 kcal

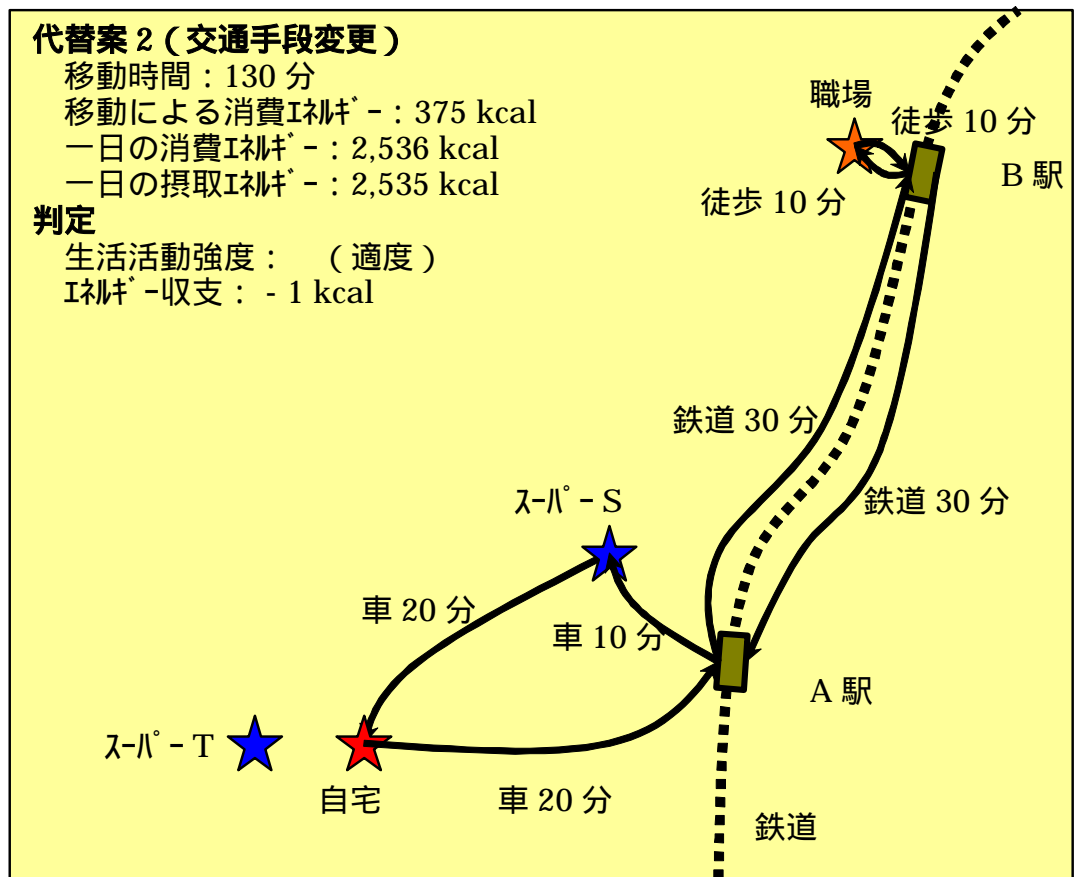
一日の消費エネルギー：2,536 kcal

一日の摂取エネルギー：2,535 kcal

判定

生活活動強度：(適度)

エネルギー収支：-1 kcal



リアルタイム・スケジュールリング支援 ナビゲーションシステム

交通手段別所要時間等情報（行き）

P&R 移動時間 66 分 ガソリン 100 円 運賃 240 円 × 2 人 駐車 300 円 / h	自動車 移動時間 85 分 ガソリン 300 円 駐車 600 円 / h
12:20 自宅	12:05 自宅
12:49 古淵	↓
13:16 新横浜	
13:26 競技場	13:25 駐車場
	13:30 競技場

リアルタイム P&R 用駐車場位置情報



? 空車
? 満車

活動プログラムの設定

メイン・アクティビティ

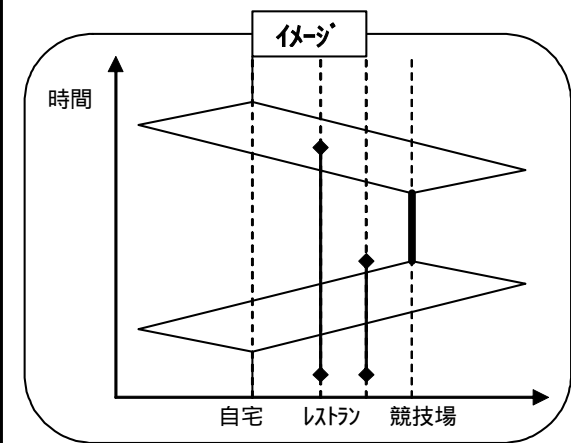
WC 観戦

サブ・アクティビティ

メインの前

食事

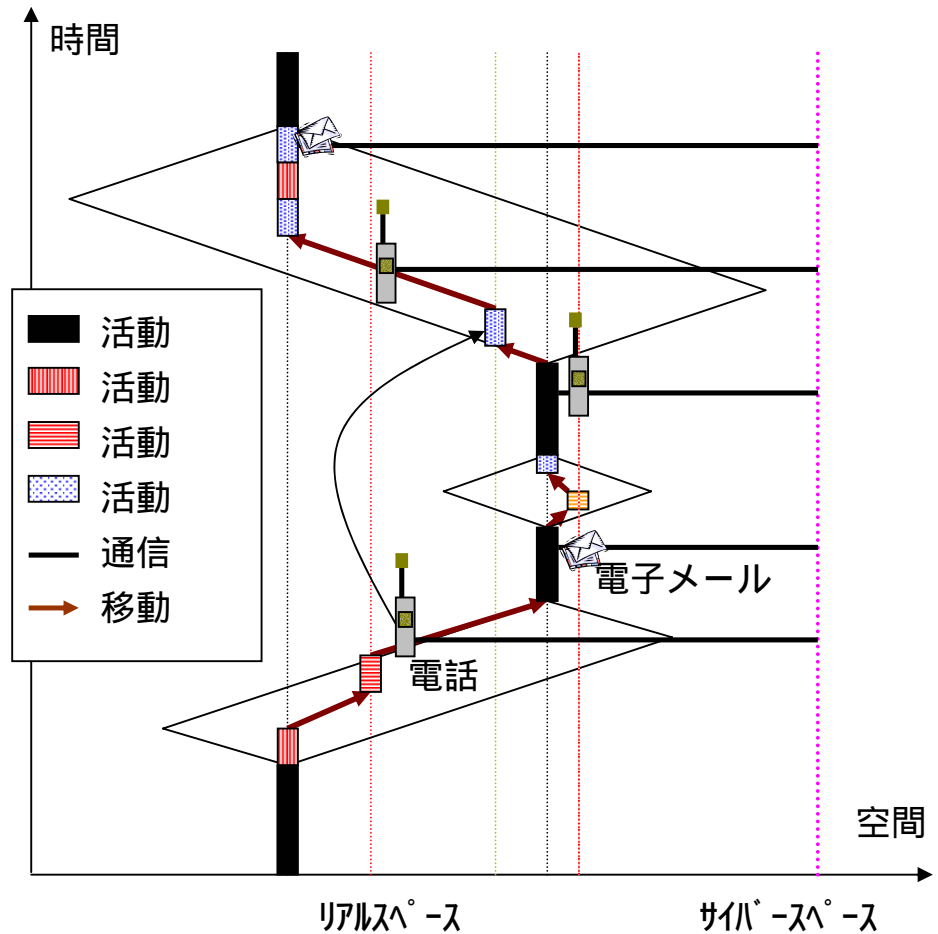
30 分



サイバースペースでの活動を考慮した 活動・交通スケジューリングノパターン

活動分類別、活動の各要素の
選択の自由度

	活動 実施	開始 時刻	継続 時間	場所
活動	×	×	×	×
活動	×			×
活動	×			
活動				



Thank you very much!
Nice to meet you!

