



都市時空間における 活動・交通・通信行動分析の考え方

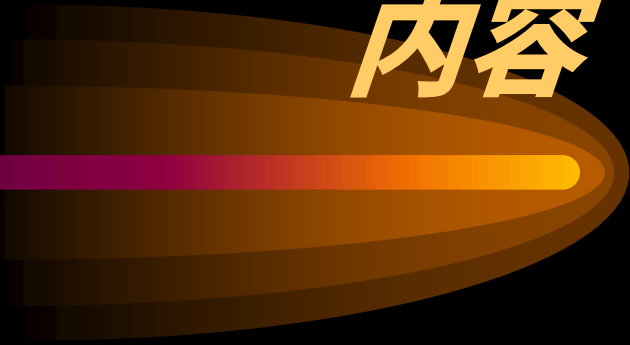
東京大学 大森 宣暁

2005年10月20日 (木)

第2回モバイル・コミュニケーション&マーケティング研究会

於：東京大学情報学環6階会議室

内容



- 時空間パス
- 時空間プリズム
- 時空間アクセシビリティ
- サイバースペースの導入

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

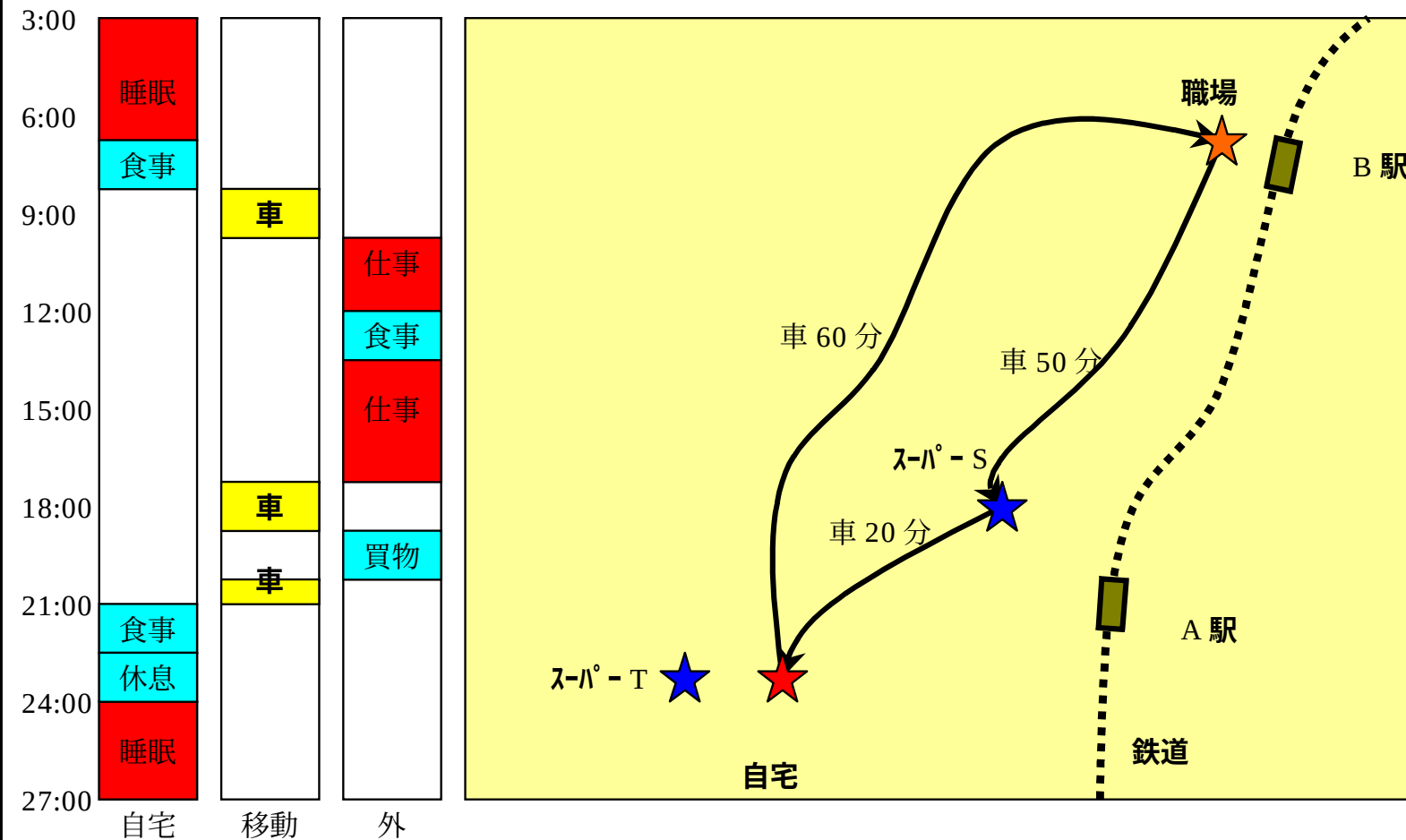
- 時空間制約
- 世帯員間の相互作用
- 活動スケジューリング

活動・交通パターン 時空間パス

顕示選好 (RP)

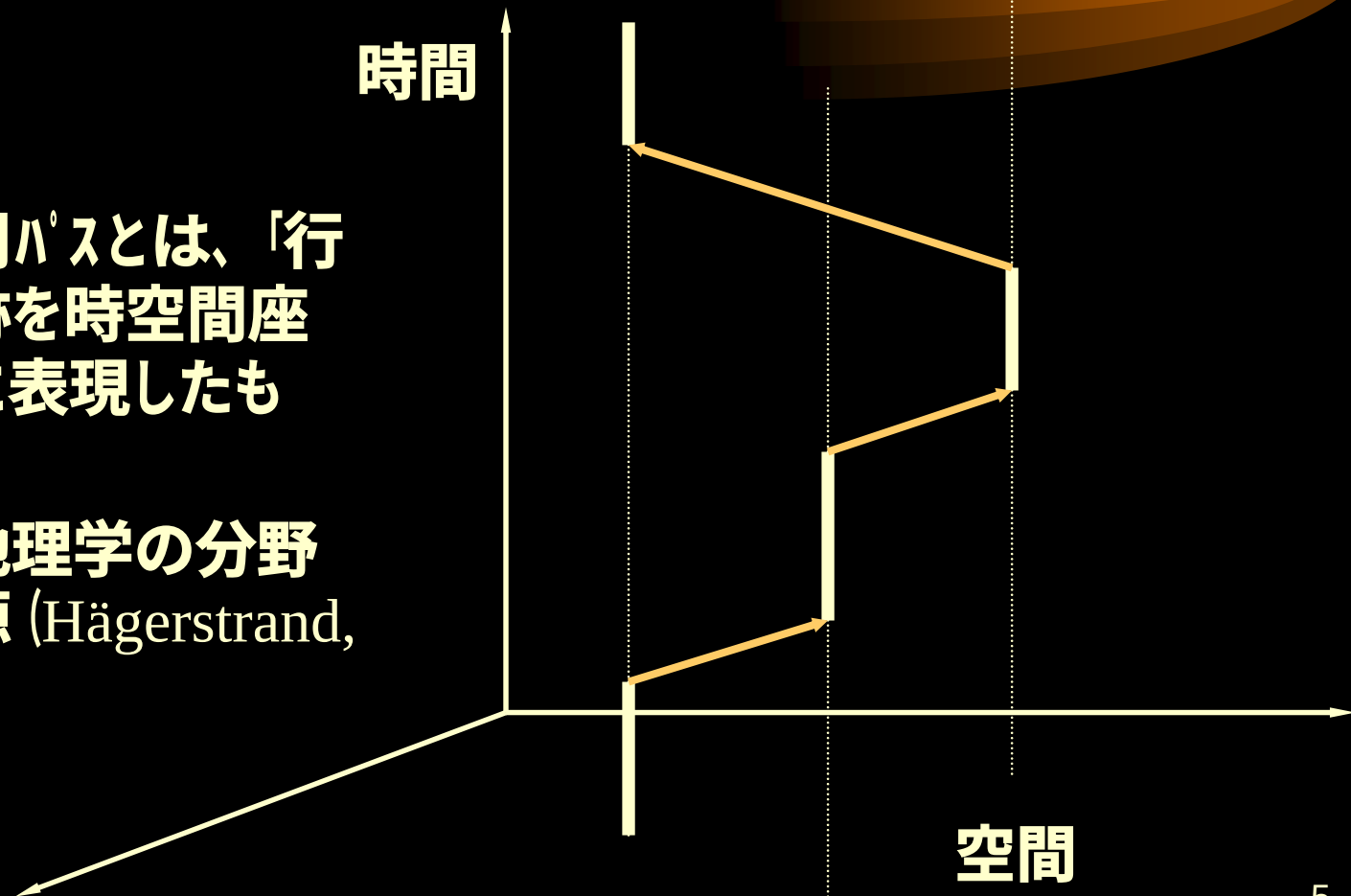
- アクティビティダイアリー調査
- 位置情報技術 (GPS, PHSなど)
- 表明選好 (SP)
- コンピューターベースのインタビュー調査

一日の活動パターンの 時間・空間表現



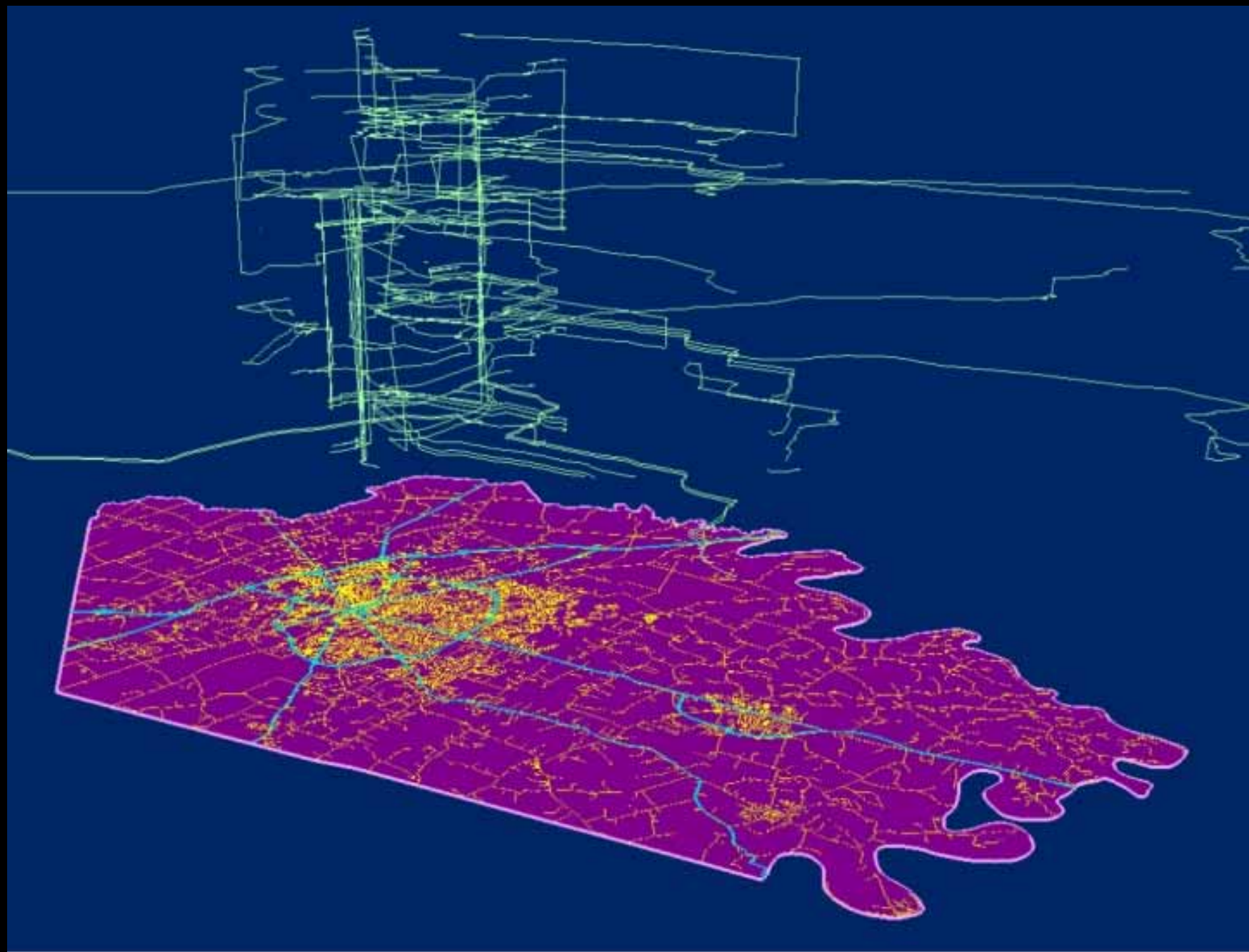
時空間パス

- 時空間パスとは、「行動軌跡を時空間座標上に表現したもの」
- 時間地理学分野が起源 (Hägerstrand, 1970)





3D-GISを用いた時空間パスの例 (M.-P. Kwan's website)



GPSデータを利用した時空間バスの例 (M.-P. Kwan's website)

Hägerstrand の提唱した3つの制約

- **能力の制約**(Capability Constraints)
 - 人の能力は生理学的要因と人が利用可能な手段の容量によって制限される
- **結合の制約**(Coupling Constraints)
 - 人々、道具、原材料などがある場所である時点にともに存在しなければならない
- **権威の制約**(Authority Constraints)
 - ある時点にある場所の人々がいてはならない

Memorial: Torsten Hägerstrand (1916-2004)

Torsten Hägerstrand
aged eighty-seven
ands of colleagues
ourn the loss of
scholar and deeply

-teacher's family in
ame one of Sweden's
influential geogra-
n directions not only
out also in rendering
regional development
management, and
ning his doctoral
iversity in 1953 he
geography there in
assumed a personal
Research Council
Social Sciences
ception of a few

project *Europe 2000* (1968-75),
member of the EFTA Working
Party on Regional Policy
(1966-68) and chair of the
EFTA Working Party on New
Patterns of Settlement (1972-
73). He was president of the
Regional Science Association
(1968-69), vice-president of
the European Science Founda-
tion (1978-83), vice-president
of the International Geographical Union
(1968-76) and was founding member of
Academia Europaea.

He travelled widely in Europe and
America and was the recipient of several
awards, including honorary doctoral
degrees from Universities of Glasgow
(1971), Edinburgh (1974), Bristol (1985),
Ohio State (1985), and the Norwegian

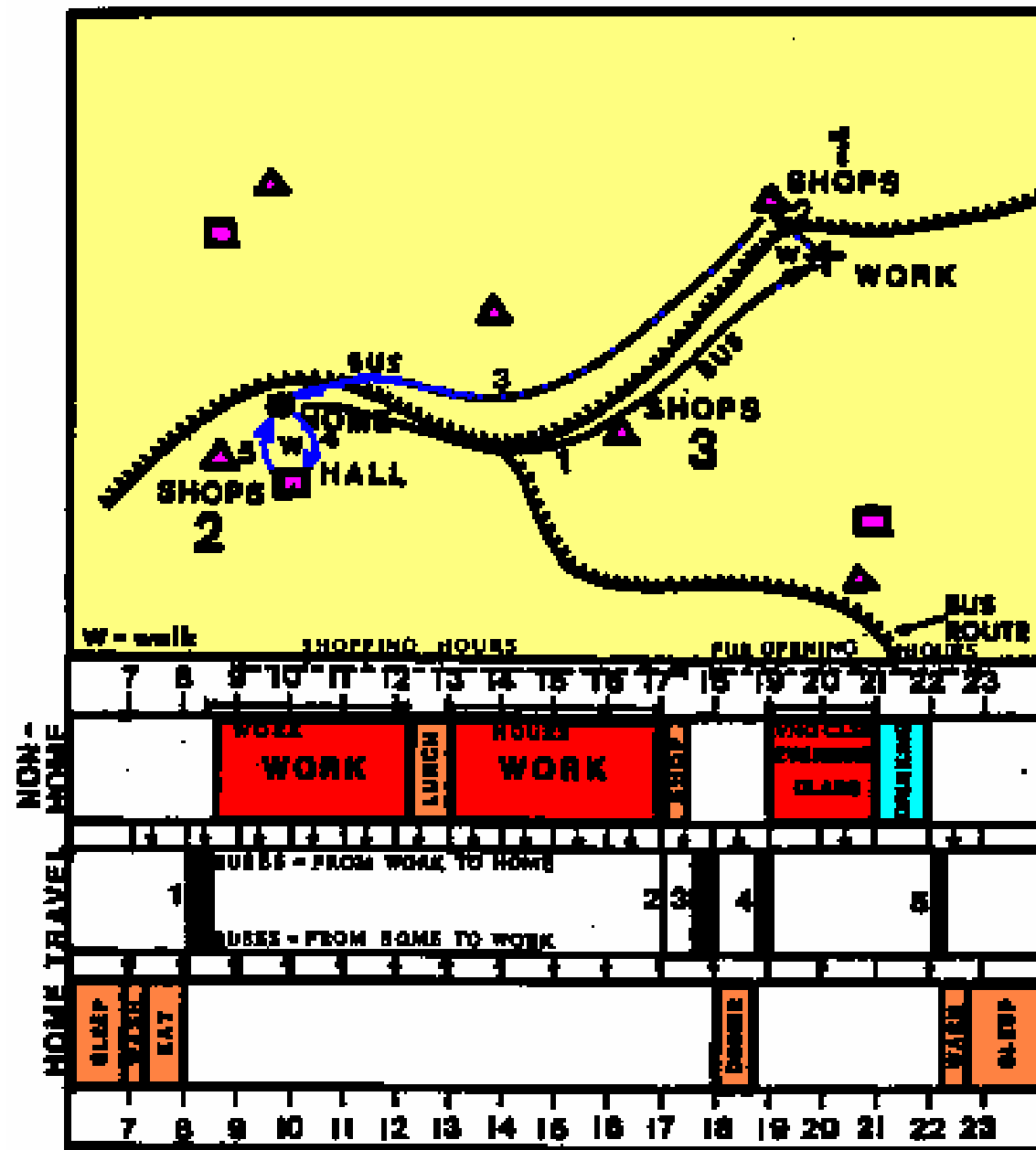


Hägerstrand

and Sciences, the Finnish
Academy of Science, and Cor-
responding Fellow of the
British Academy.

Throughout his career
Torsten worked tirelessly to
build bridges between the
natural and the human sci-
ences as well as to promote
international cooperation on
issues of environment and

development. I had the privilege of work-
ing closely with him on several projects
since 1971, the most ambitious of which
was an International Dialogue Project ini-
tiated in 1978 which invited reflections on
career experiences by scholars and profes-
sionals in a wide range of countries. This
project enabled fresh approaches to one of
his life-long concerns about problems

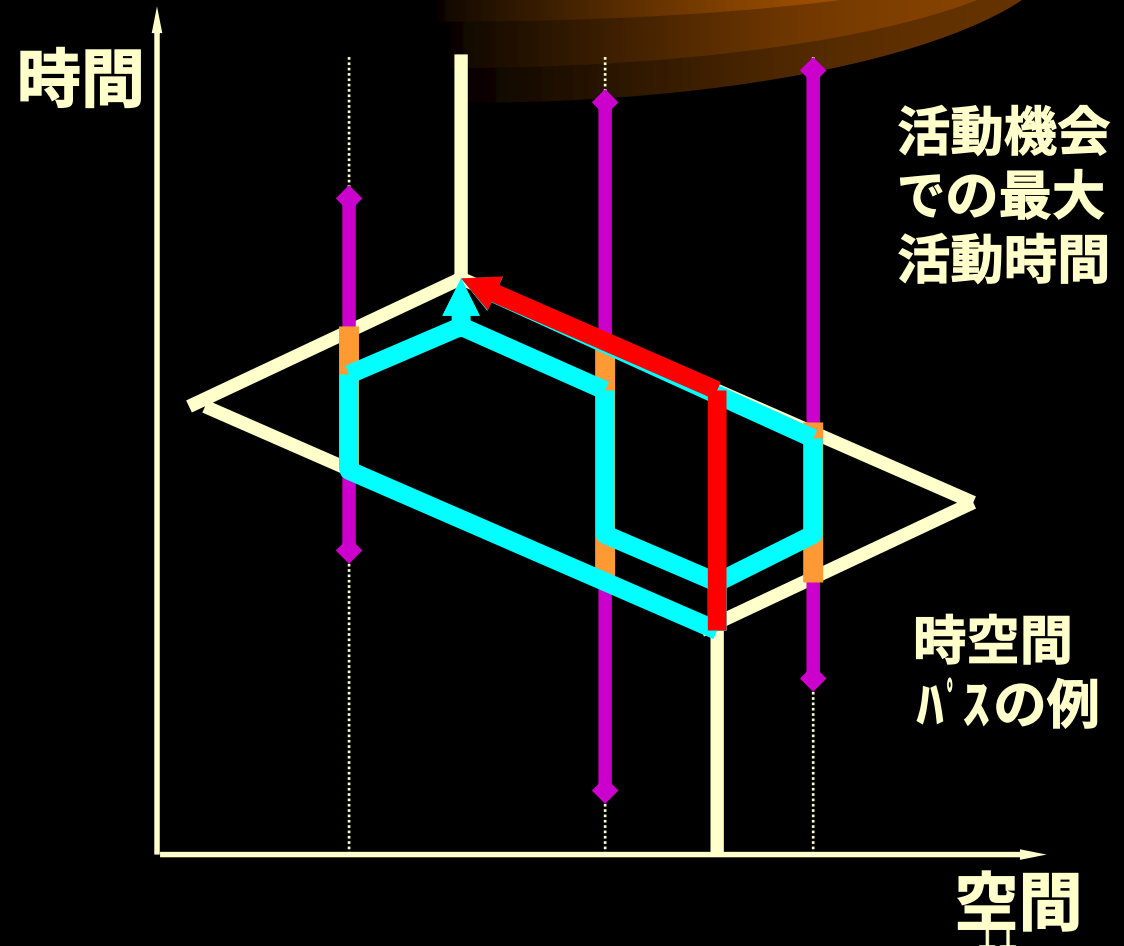


Household Activity-Travel Simulator (HATS)

時空間プリズムと時空間バス

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



時空間プリズムの概念の重要性

- 個人が利用可能な時空間を特定
 - 時空間アクセシビリティ
- 個人の交通行動に関わる選択肢集合を特定
 - 交通発生、目的地選択、交通手段選択、経路選択、出発時刻選択、活動パターン選択など

時空間アクセシビリティ

- 時空間アクセシビリティ (A_k)

- $A_k = f(d_k, a_k, T_k)$

- d_k : 活動機会 k を経由する移動距離 (時間)

- a_k : 活動機会 k の魅力

- T_k : 活動機会 k で利用可能な最大時間

Miller(1999)の提案
した3つの時空間ア
クセシビリティ指標

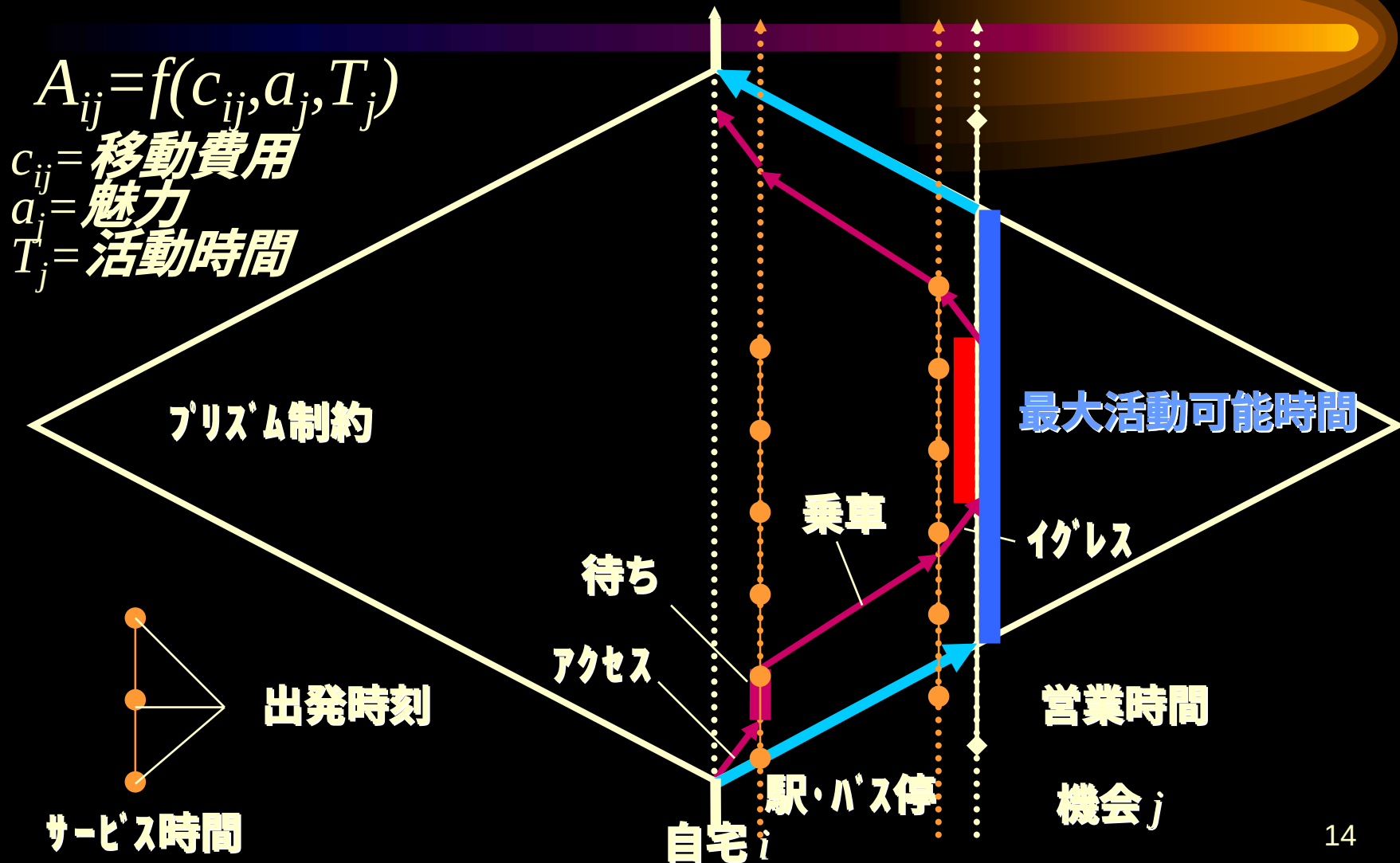
$$U_p = f(a_k)g(T_k)h(t_k) = a_k^\alpha T_k^\beta \exp(-\lambda t_k)$$

$$AM_1 = \frac{1}{\lambda} \ln \sum_{k=1}^m \exp(U_p)$$

$$AM_2 = \sum_{k=1}^m U_p$$

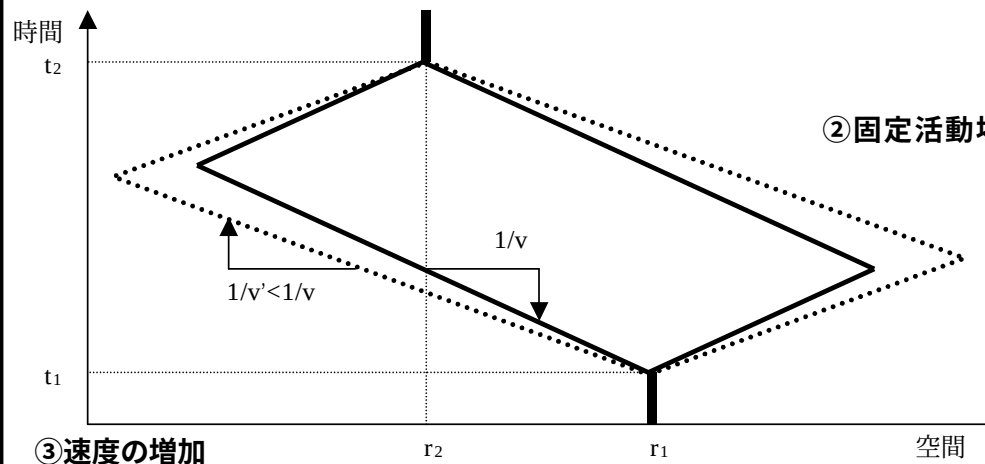
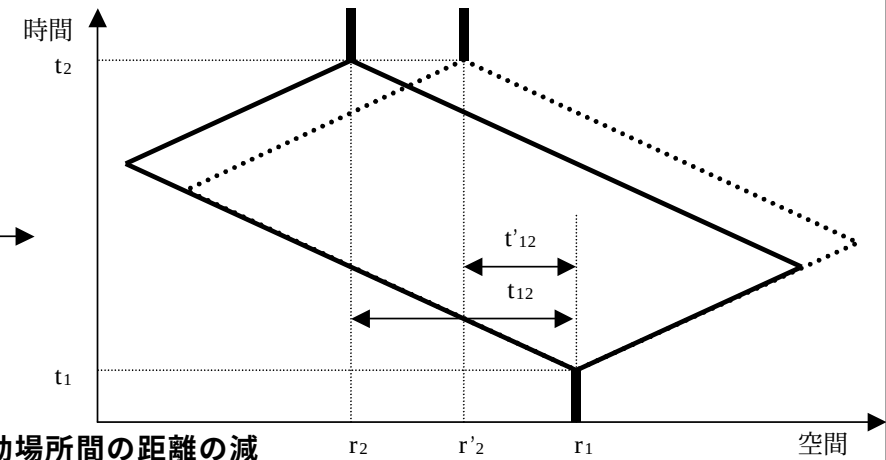
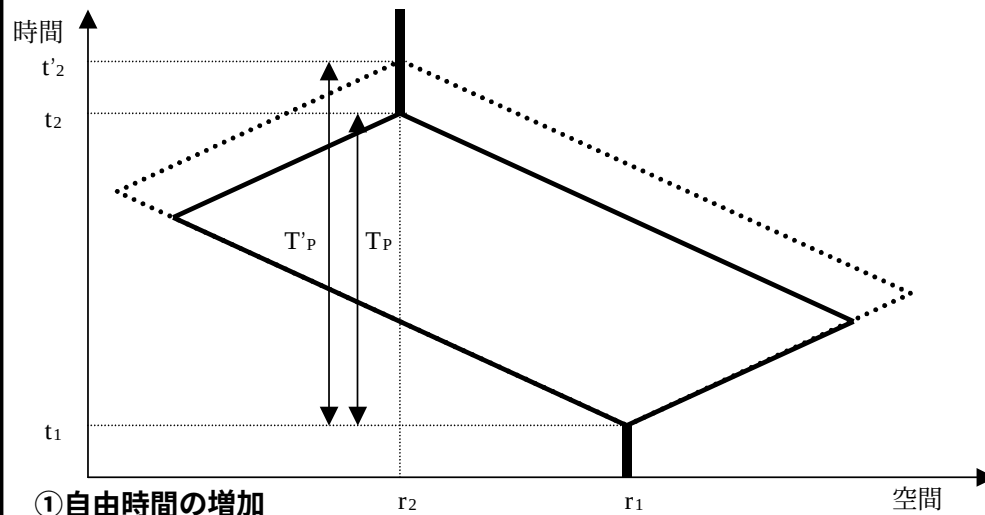
$$AM_3 = \max_{\{k\}} [U_p]$$

交通手段別 時空間アクセシビリティの違い



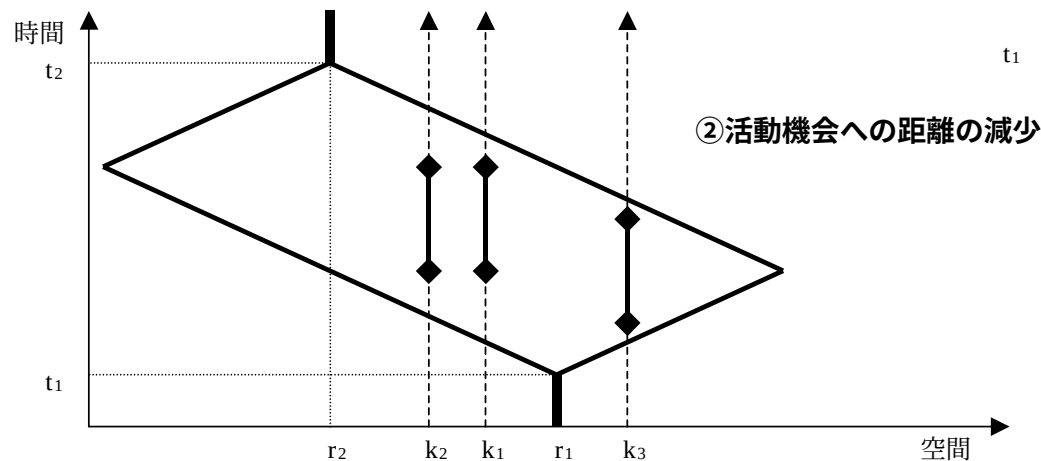
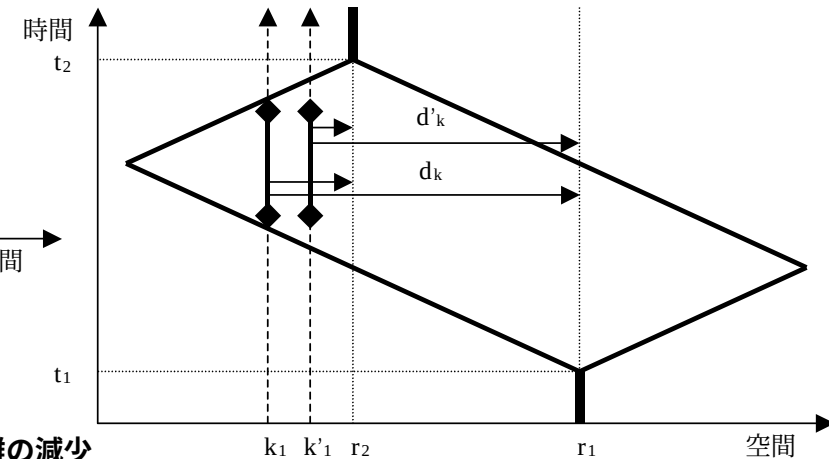
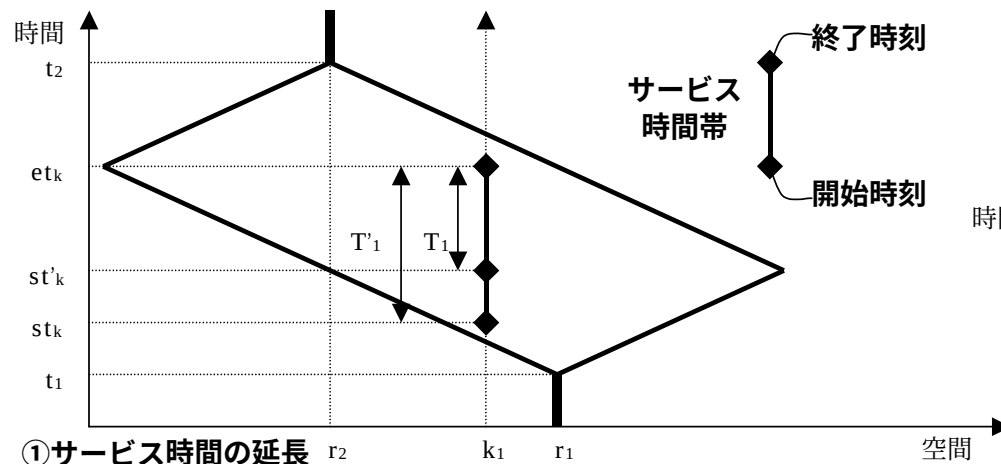
時空間アクセシビリティを高める施策①

～プリズムの大きさの増加～



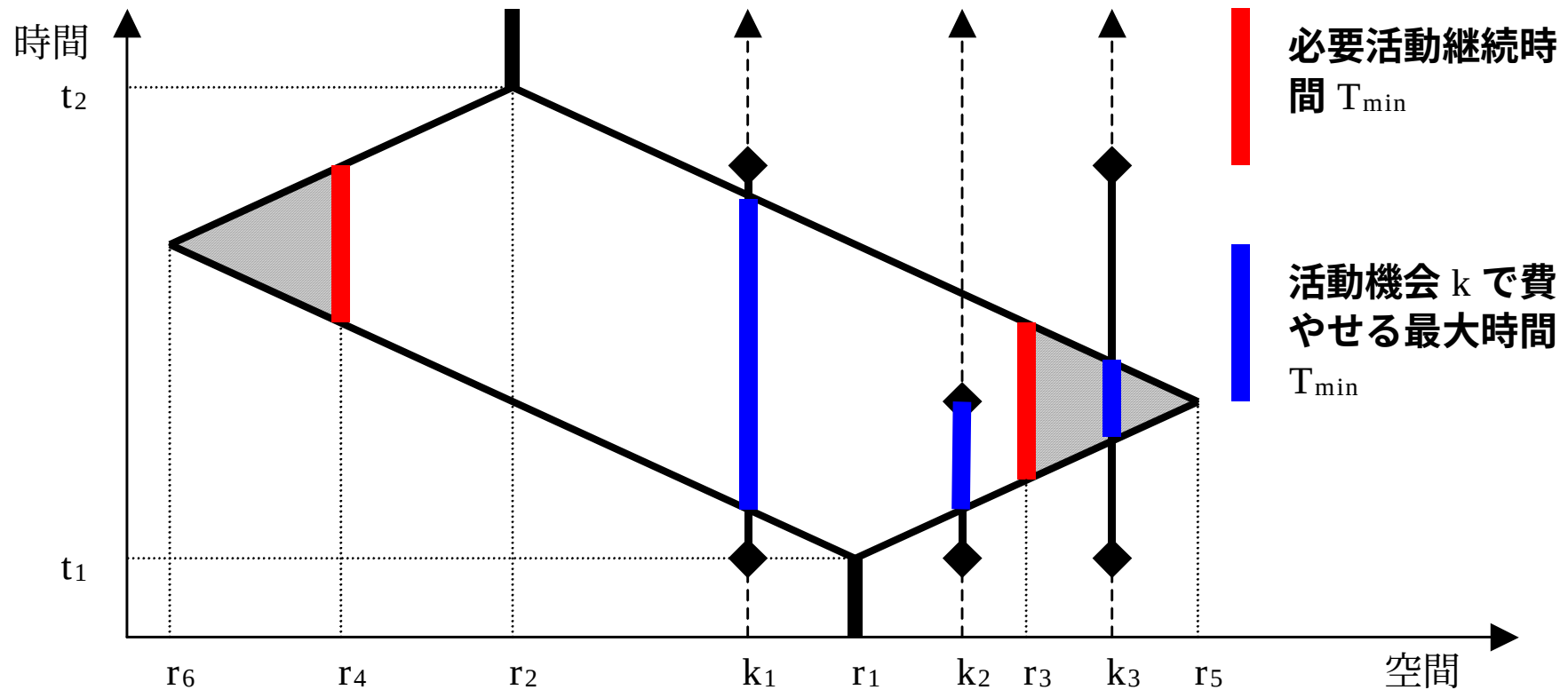
時空間アクセシビリティを高める施策②

～活動機会側の変更～

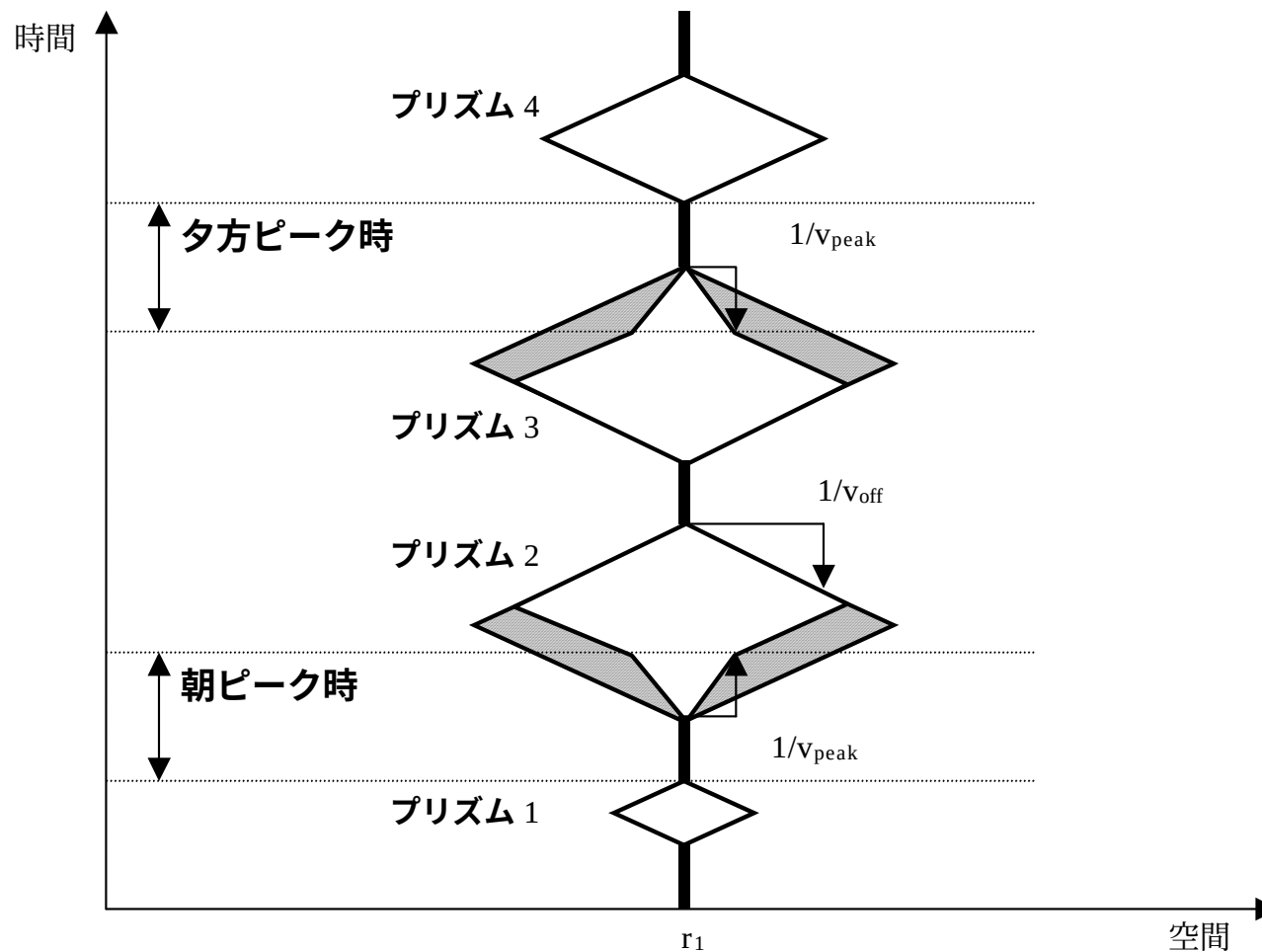


③ 活動機会数の増加

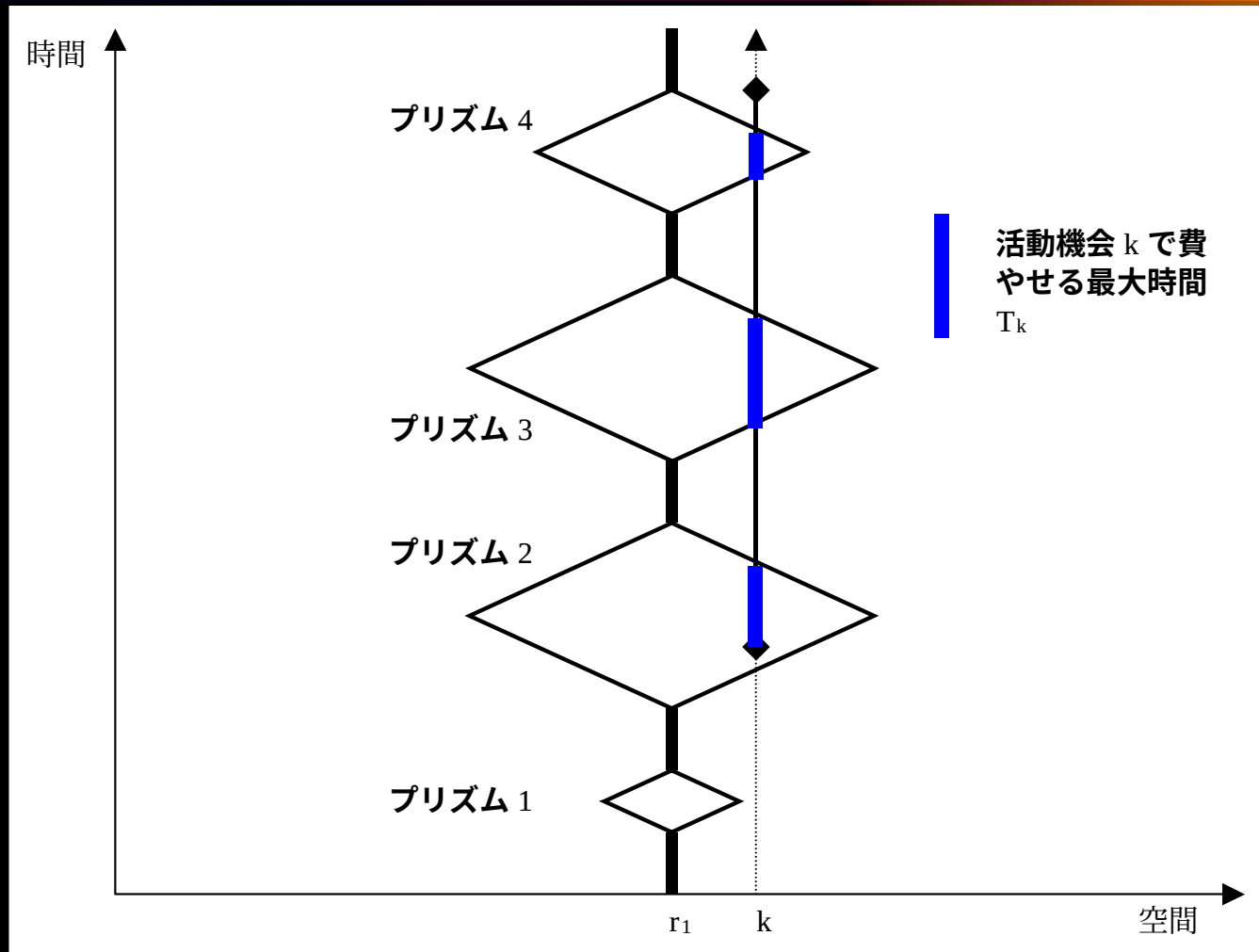
時空間アクセシビリティ ～必要活動継続時間の考慮～



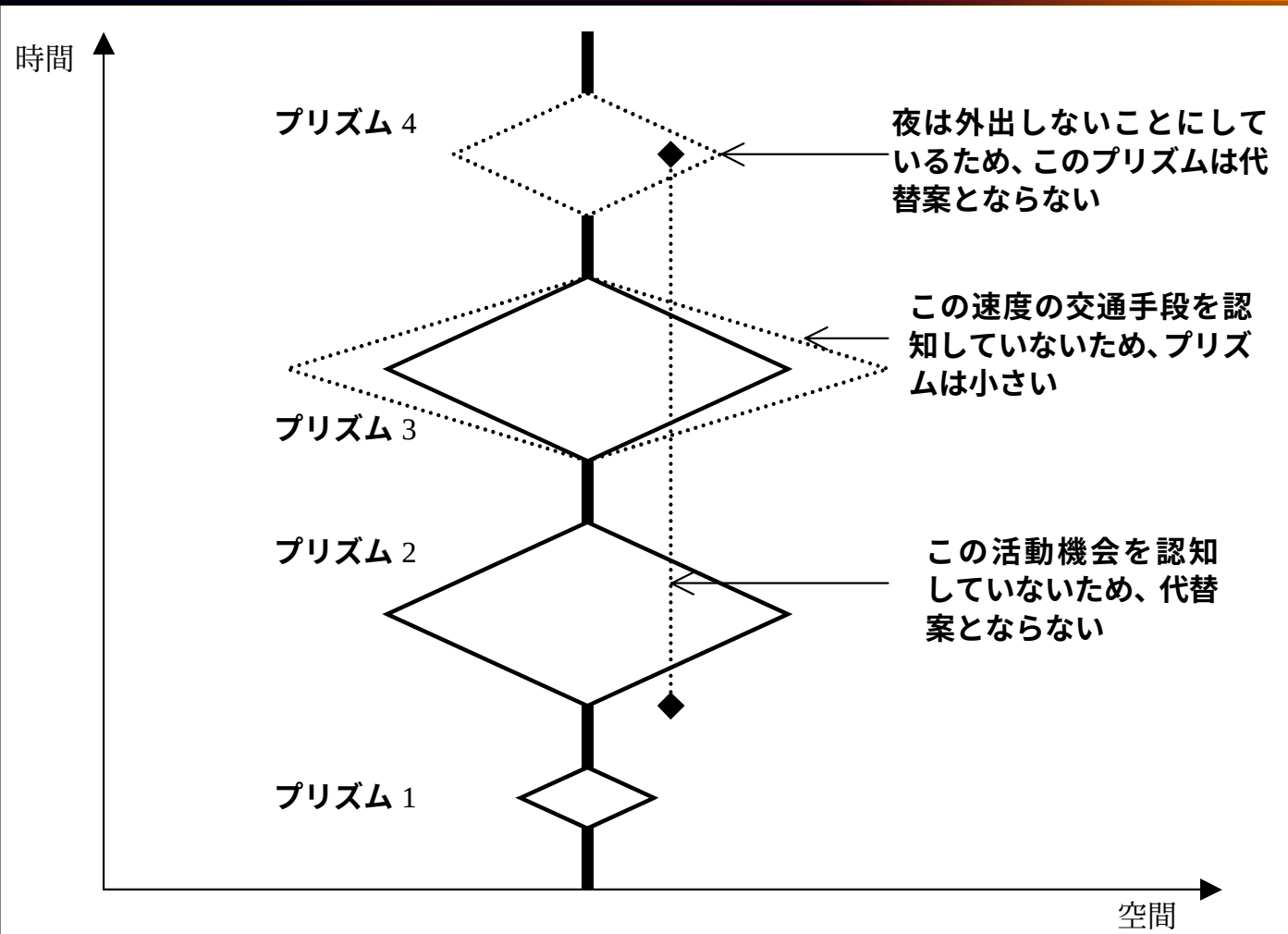
時空間アクセシビリティ ～時刻別速度の違いの影響～



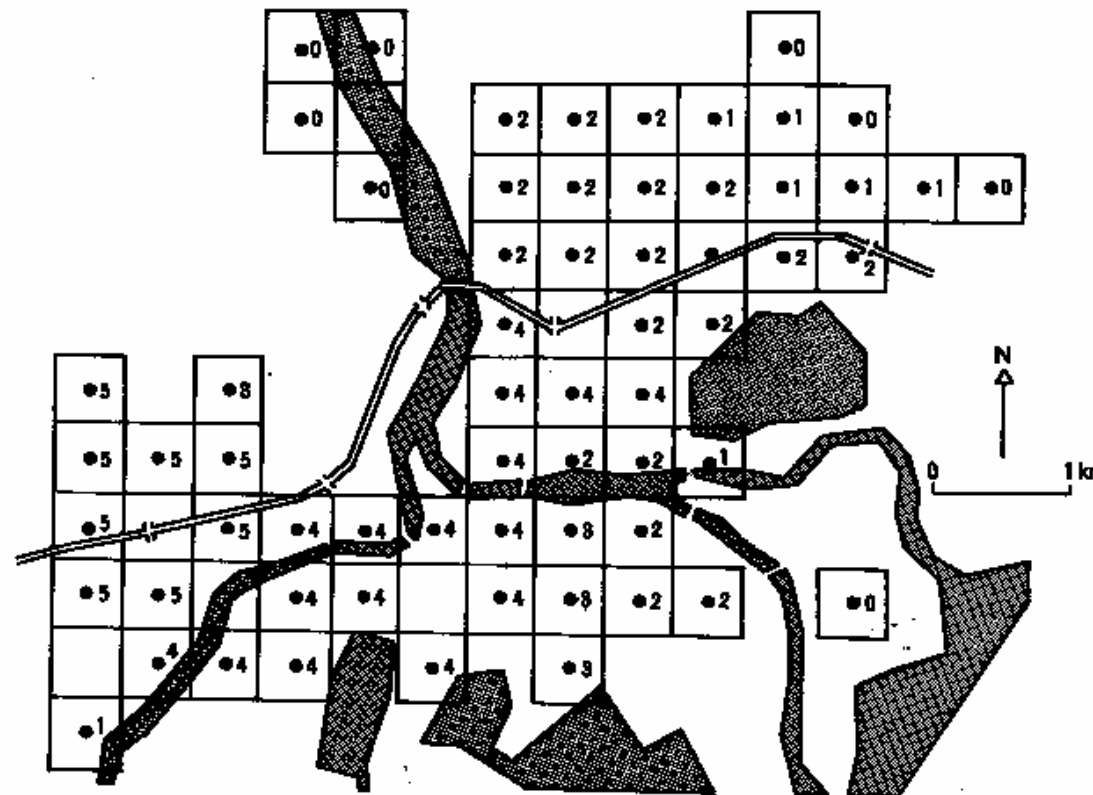
時空間アクセシビリティ ～時刻別利用可能時間の違い～



時空間アクセシビリティ ～習慣や認知による制約～



実行可能な活動パターンのシミュレーション ～PESASP(Lenntorp, 1978)～



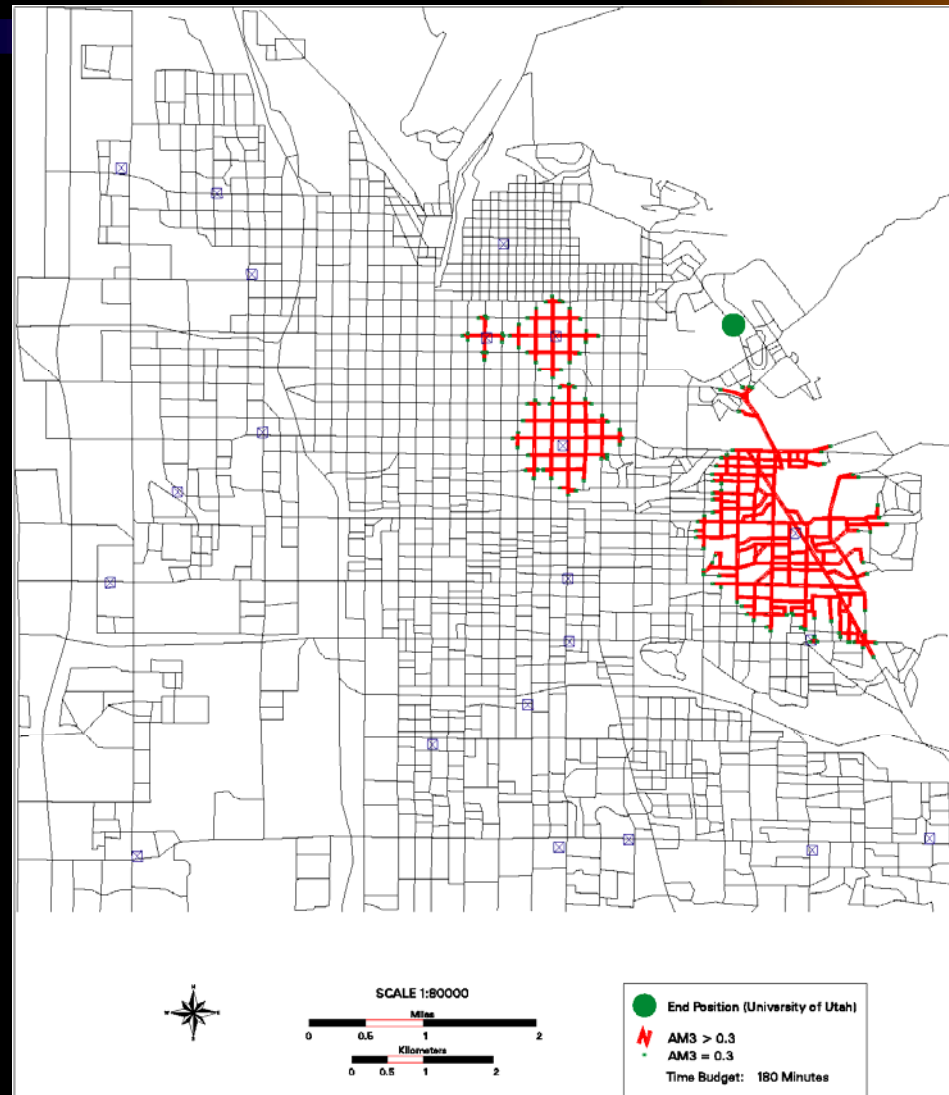
第5図 通勤の行き帰りに保育所に立ち寄る場合

数字は、通勤の行き帰りに保育所に立ち寄るものとして、各々のテスト地点から通うことのできる業務地区の数を示す。公共交通の路線と運行密度は実際のものに対応している。

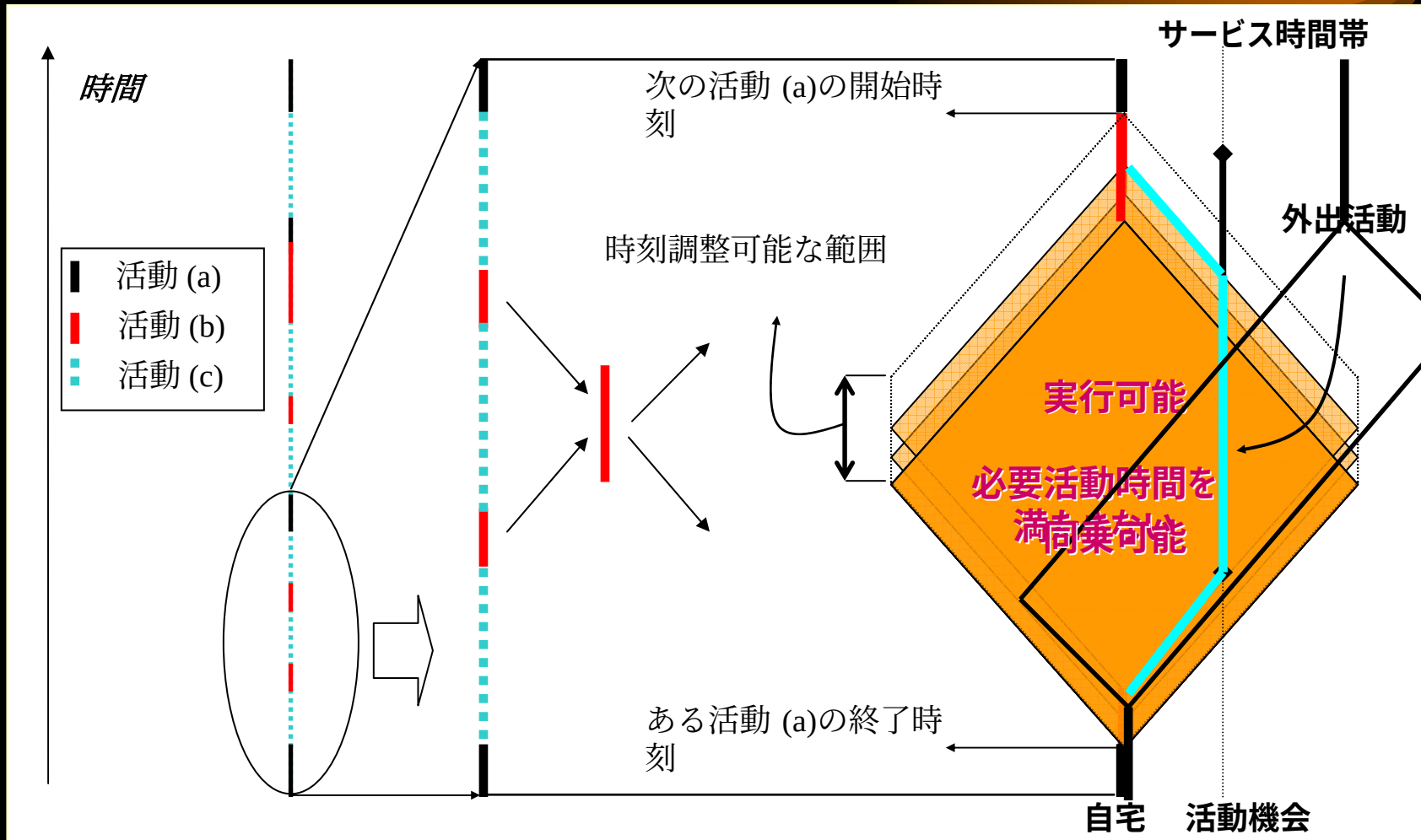
(出典：Lenntorp, 1975)

PESASP(Programme Evaluating the Set of Alternative Sample Paths)

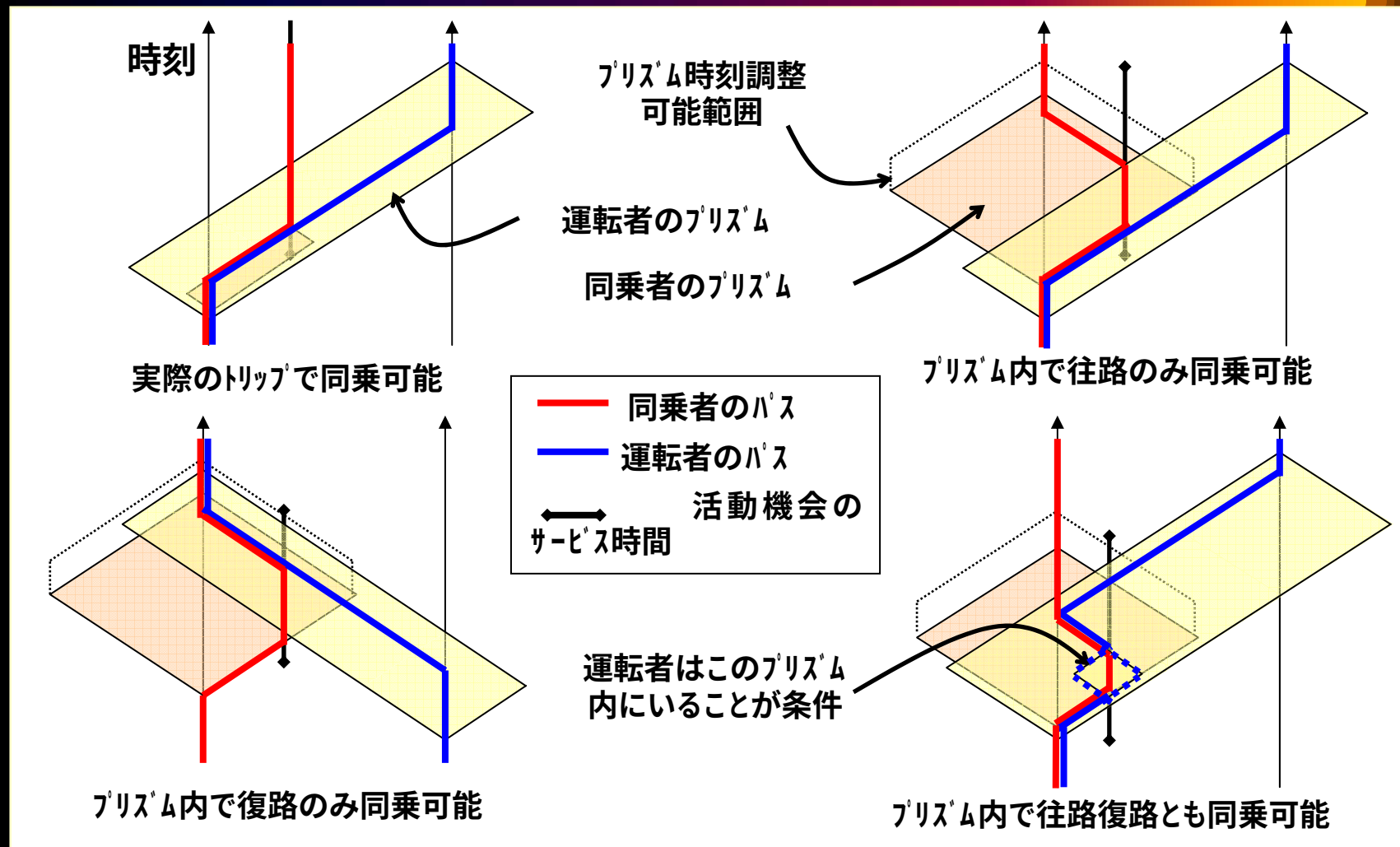
実行可能な活動パターンのシミュレーション ～GISの利用(Miller, 1999)～



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

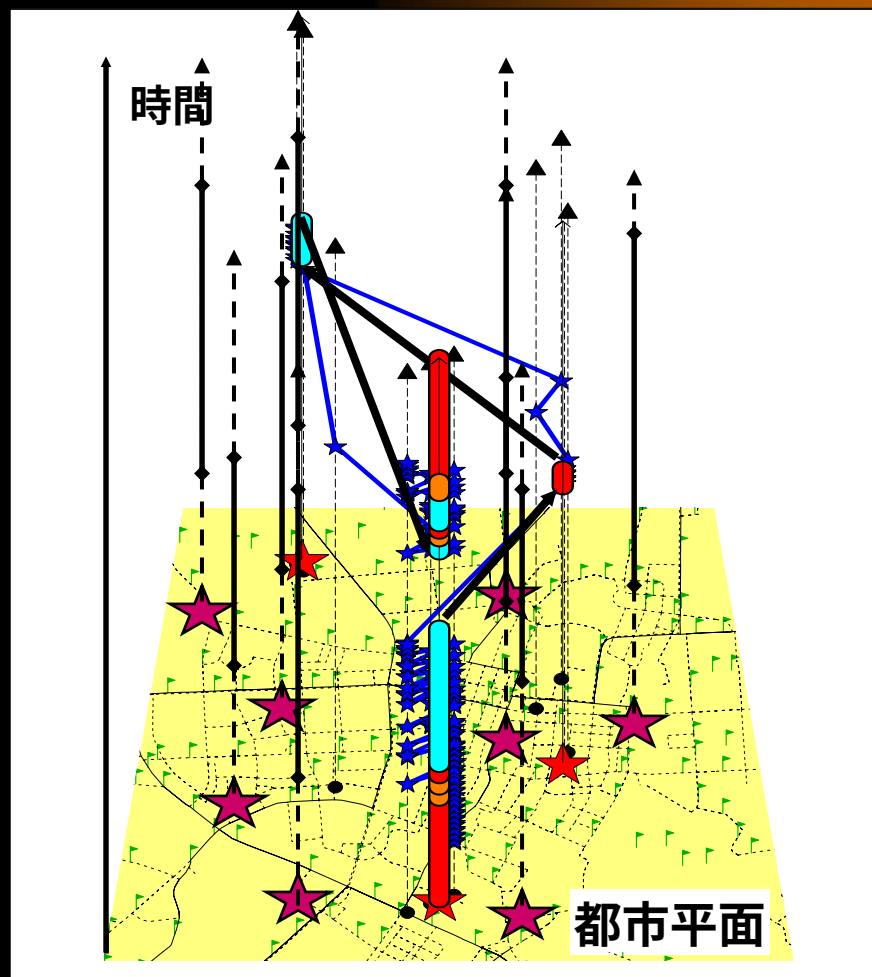


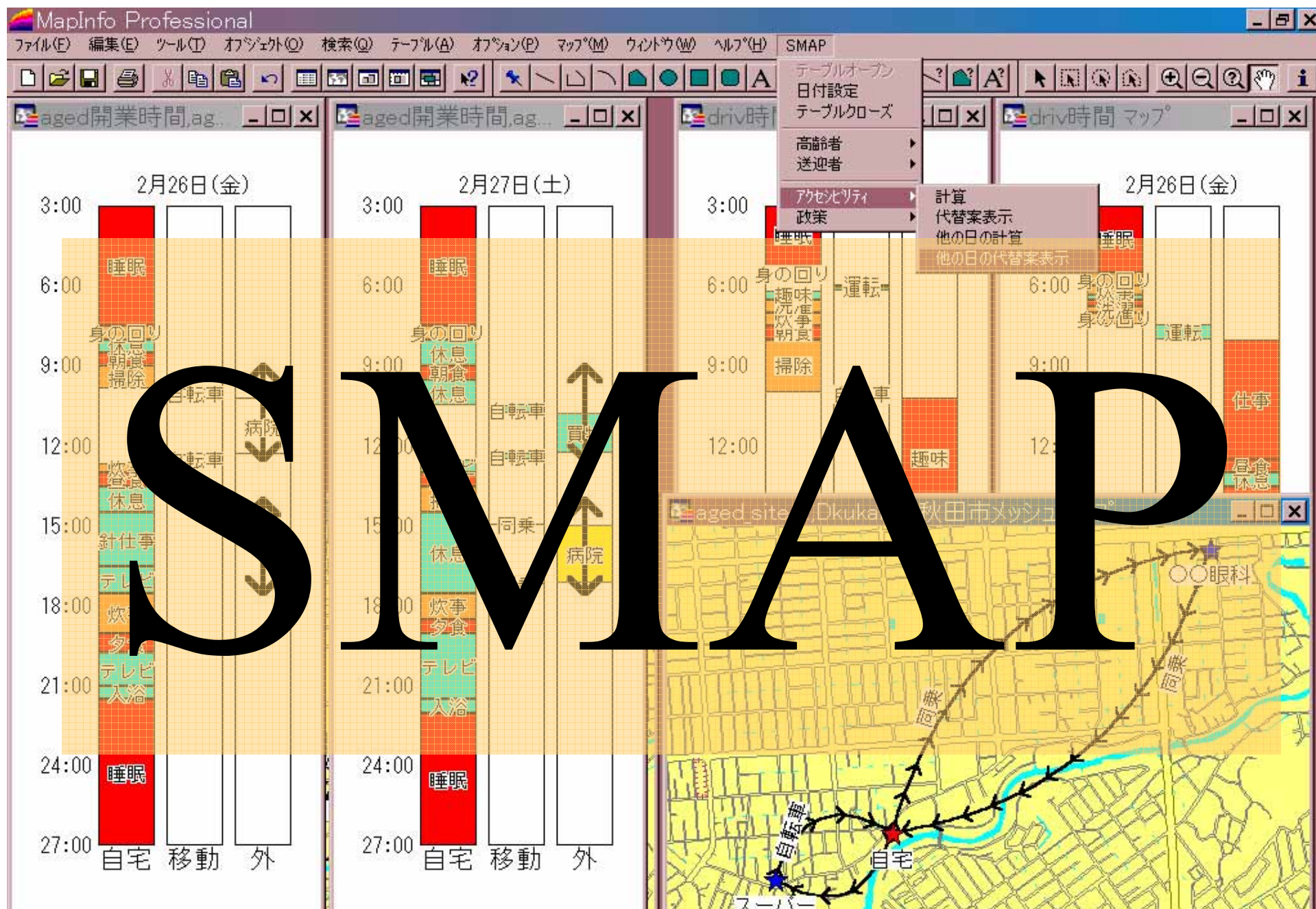
都市時空間における 一日の活動・交通パターン

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

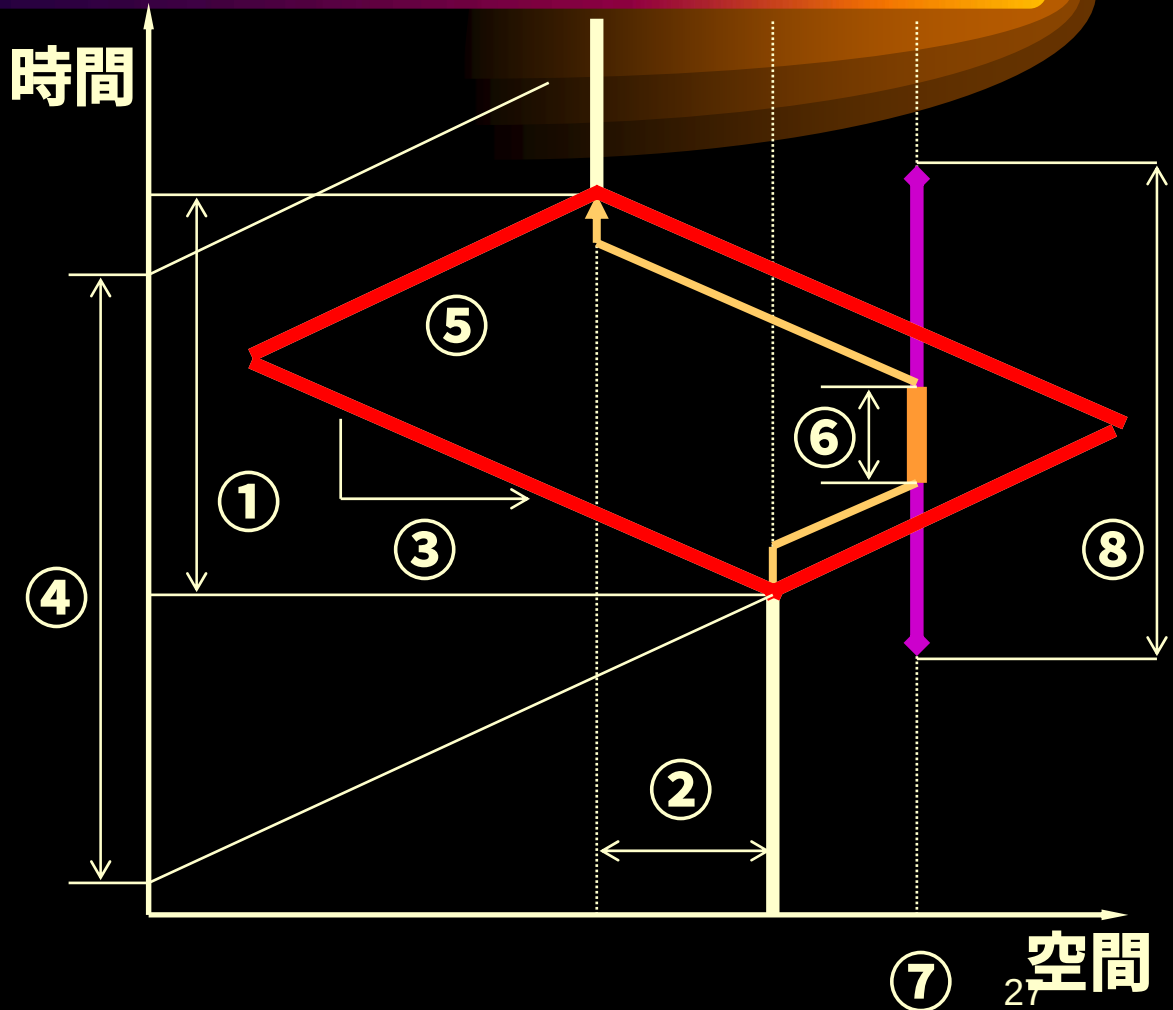


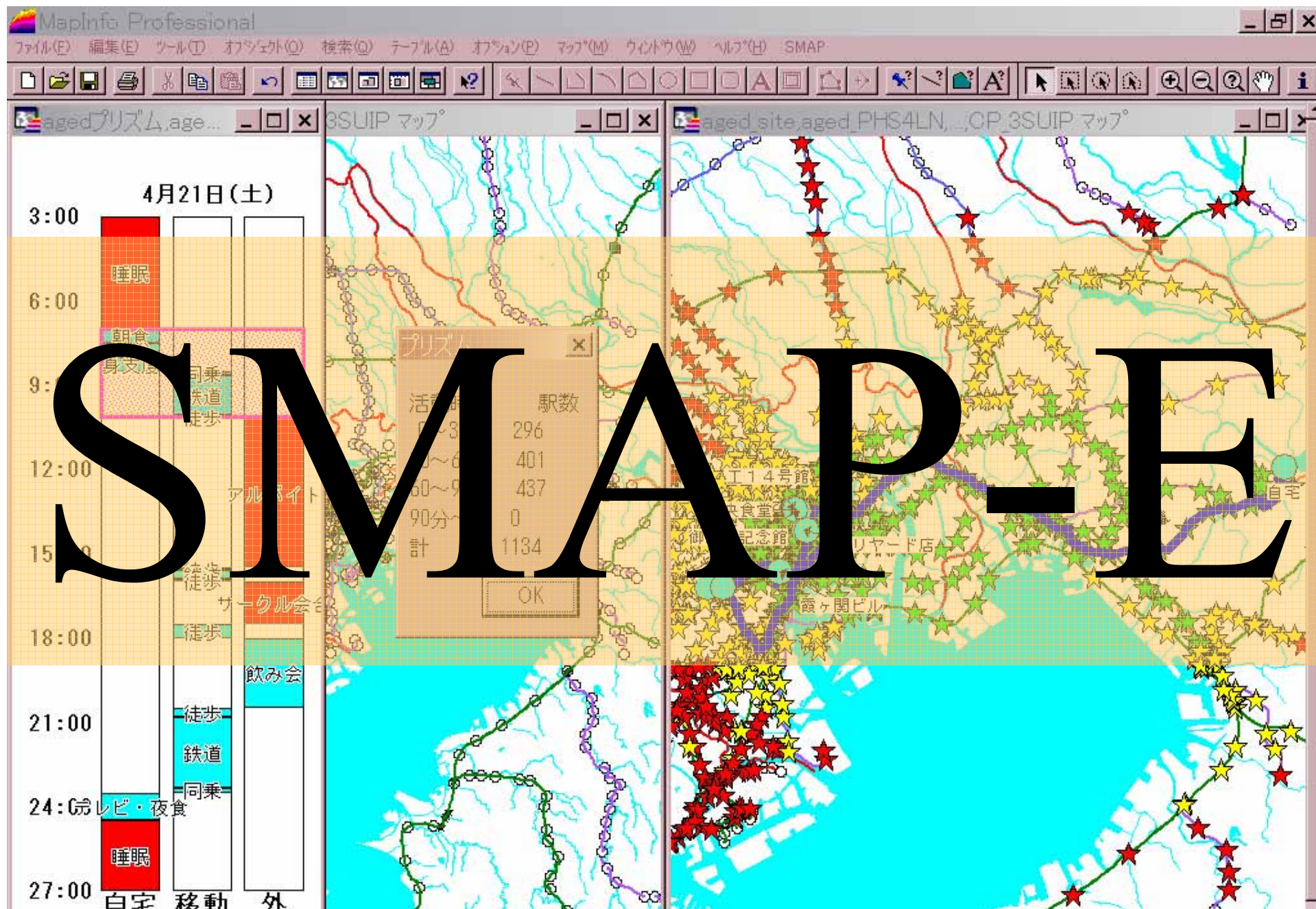


Simulation Model for Activity Planning

シミュレーションにおける操作変数

- ①自由時間
- ②固定活動場所間の距離
- ③速度
- ④鉄道サービス時間
- ⑤時空間プリズムの大きさ
- ⑥活動時間
- ⑦活動機会立地
- ⑧活動機会のサービス時間





SMAP for Education

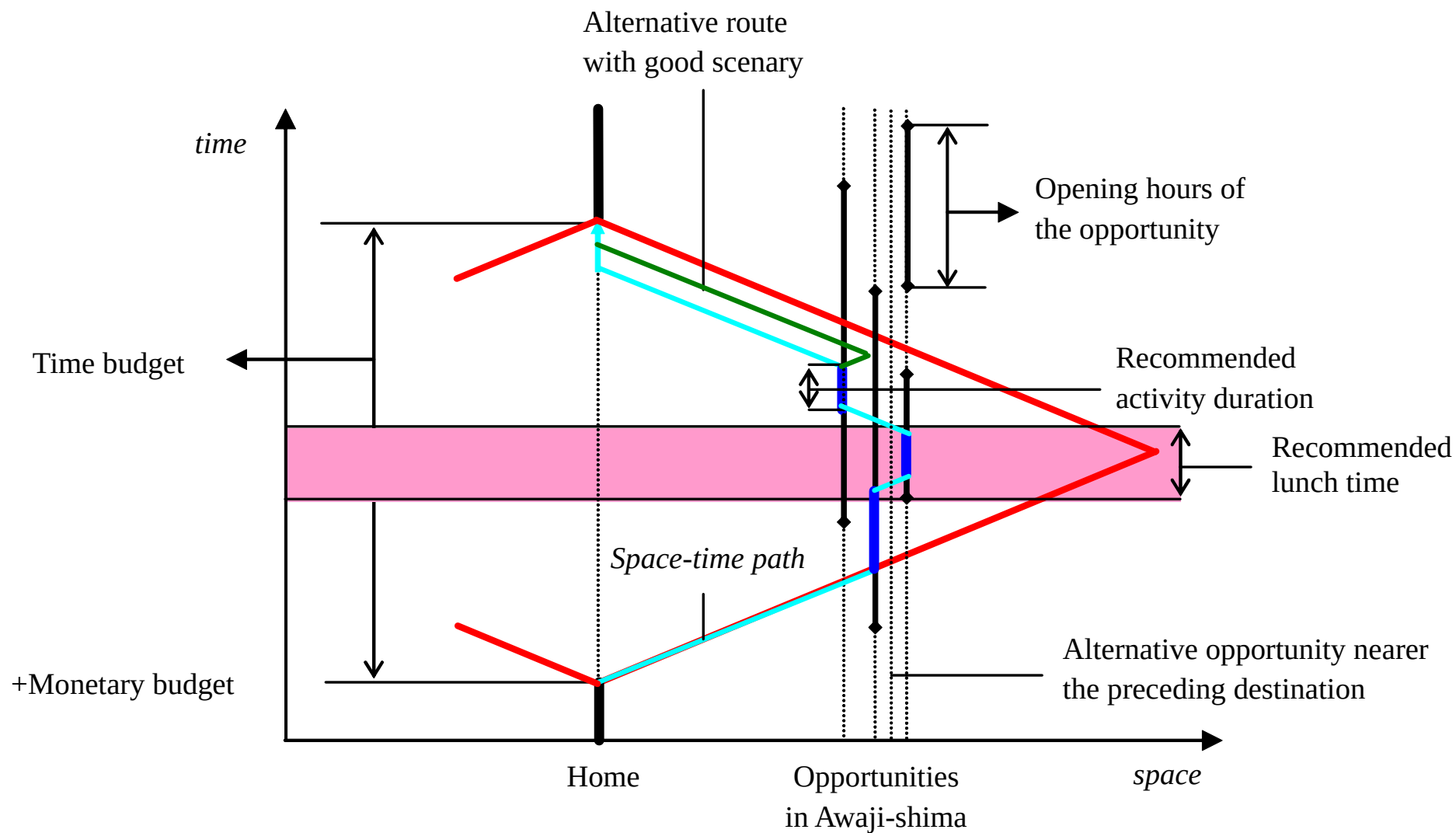
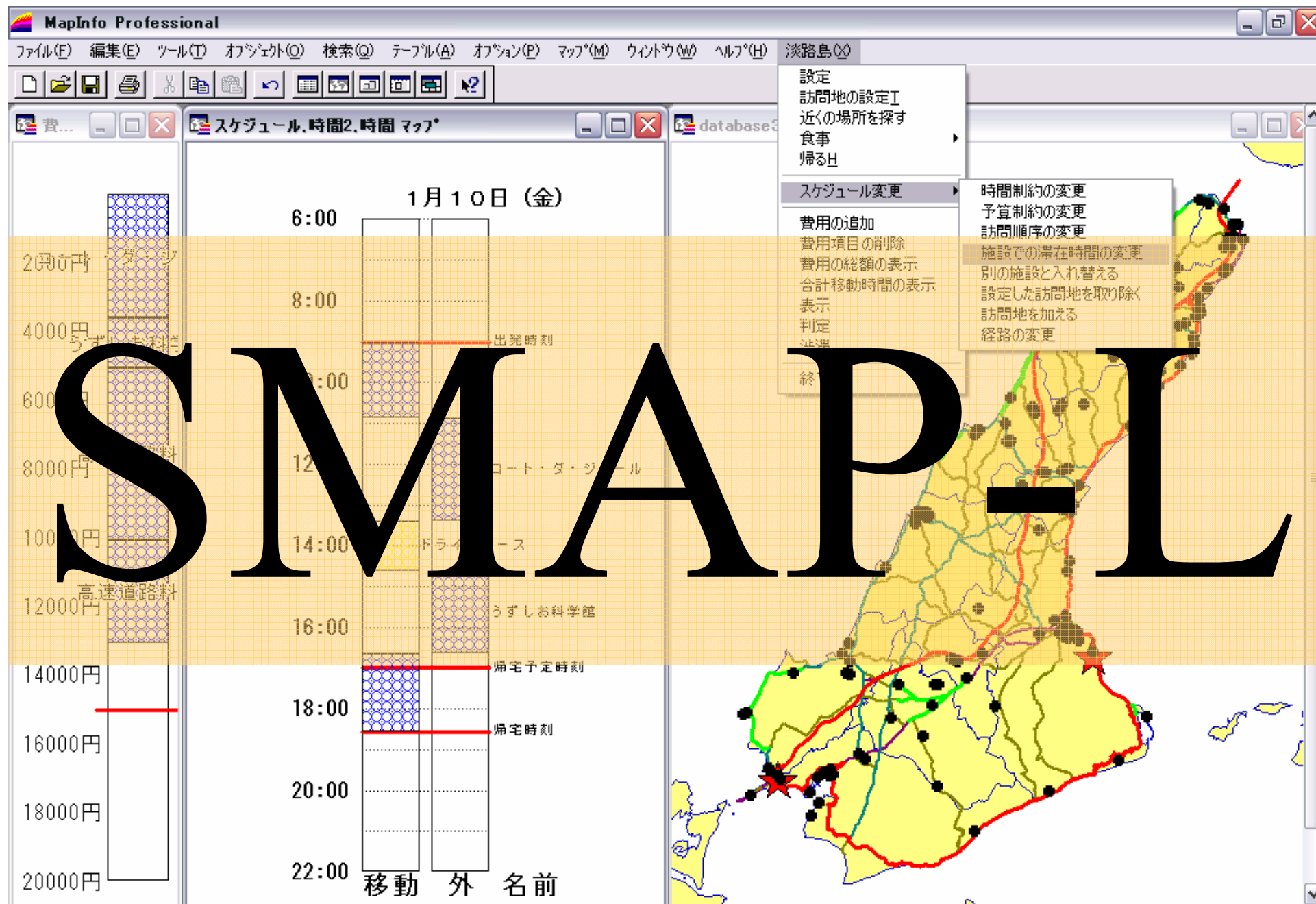


Figure 7. Activity scheduling in SMAP-L



SMAP for Leisure

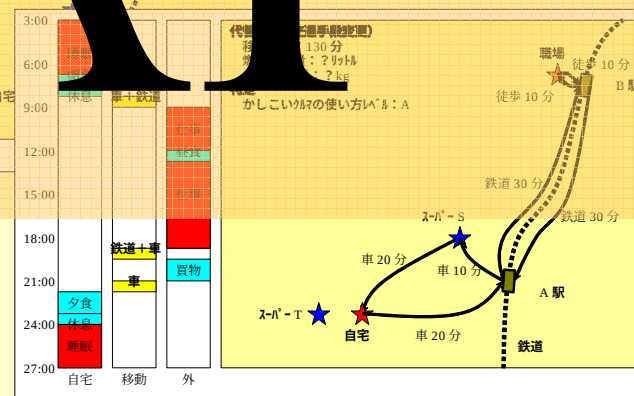
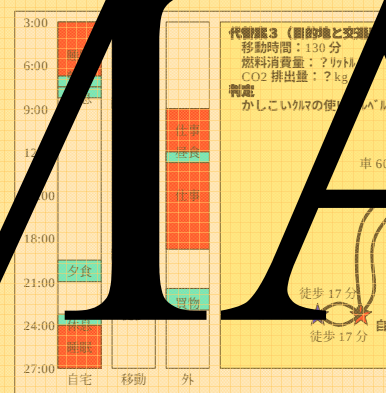
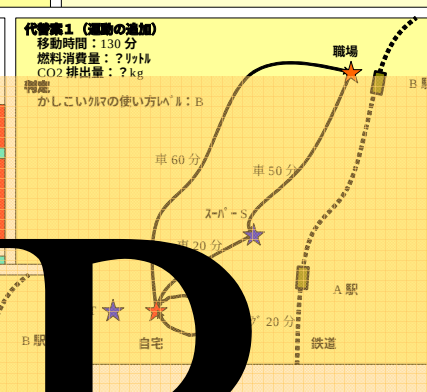
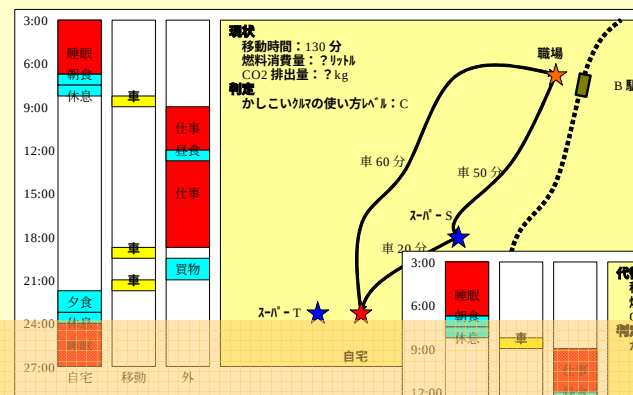
isMAP

データ収集用
サーバ・コンピューター

- ・交通ダイヤリー
- ・GPS移動軌跡データ

GPS携帯電話

交通ダイヤリー
入力内容



Data collection of activity-travel pattern

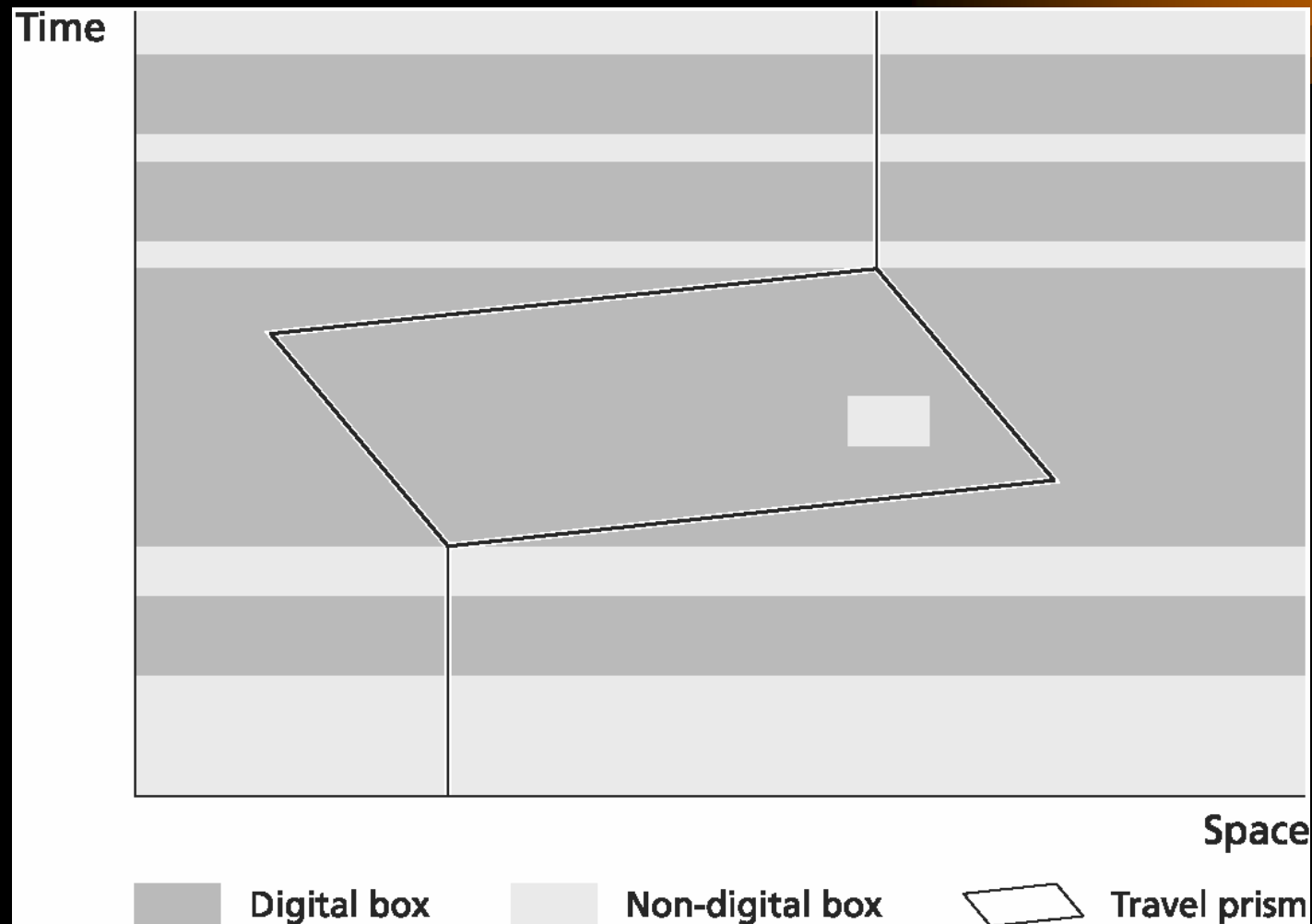
Diagnosis of alternative patterns

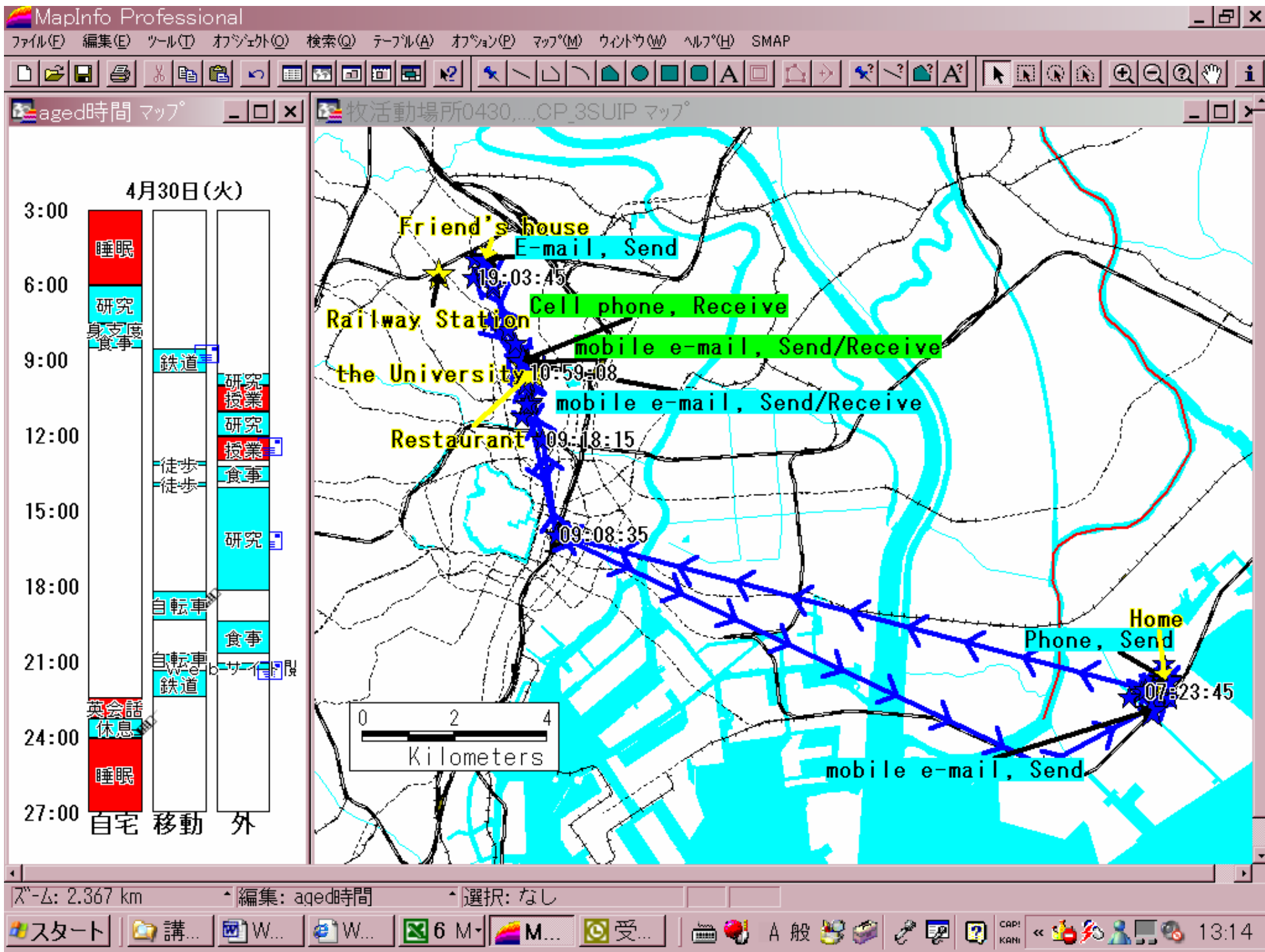
Internet-based SMAP

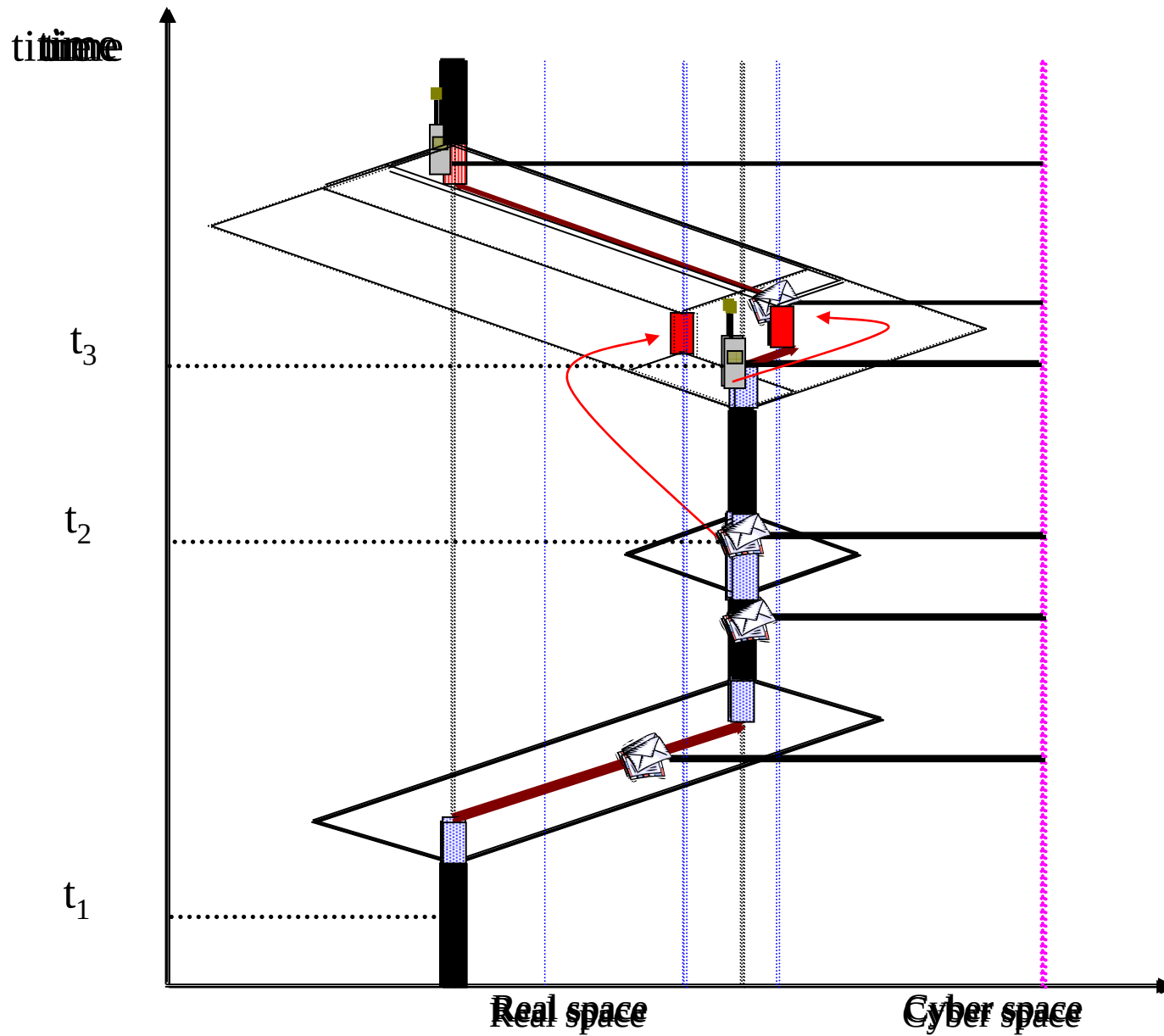
情報通信利用の時空間制約 (大森, 2003)

- 地下鉄を使わない (20女)
- 地下の店に行かない (20男女)
- 人前でeメールをやりたくない (20男)
- 歩きながら携帯電話で話すのには抵抗がある (50女)
- あるWebサイトは夜は混雑しているが昼間はアクセスしやすい (60男)
- 友人宅に電話する時に、相手の親が電話に出る時刻を避ける必要がなくなった (20男)

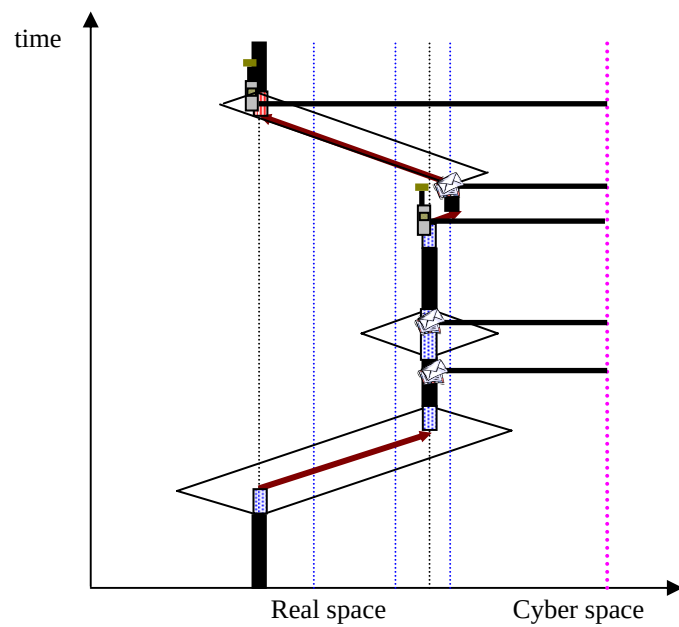
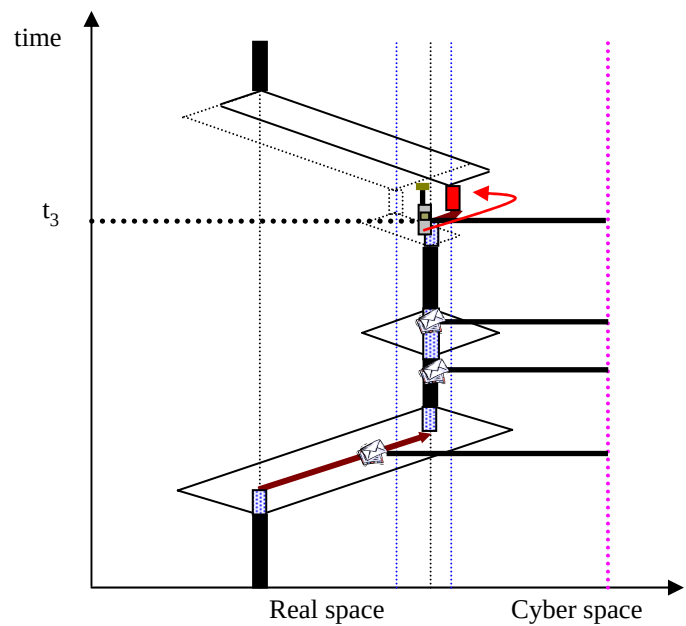
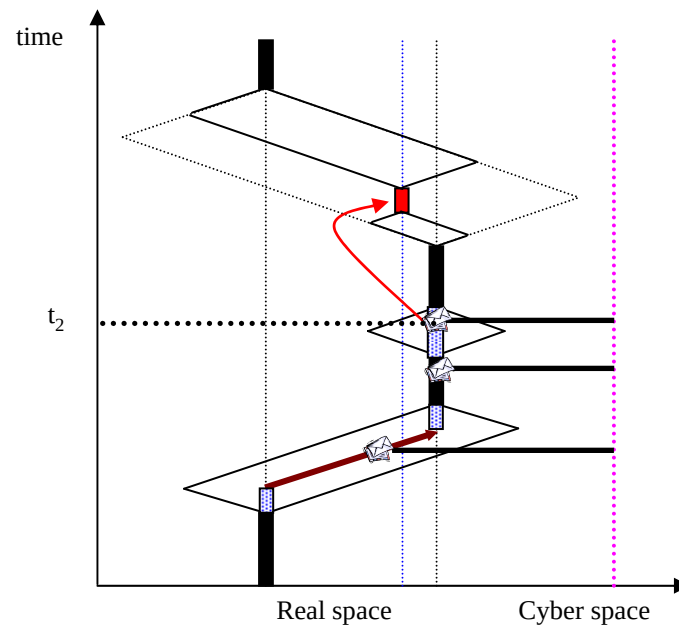
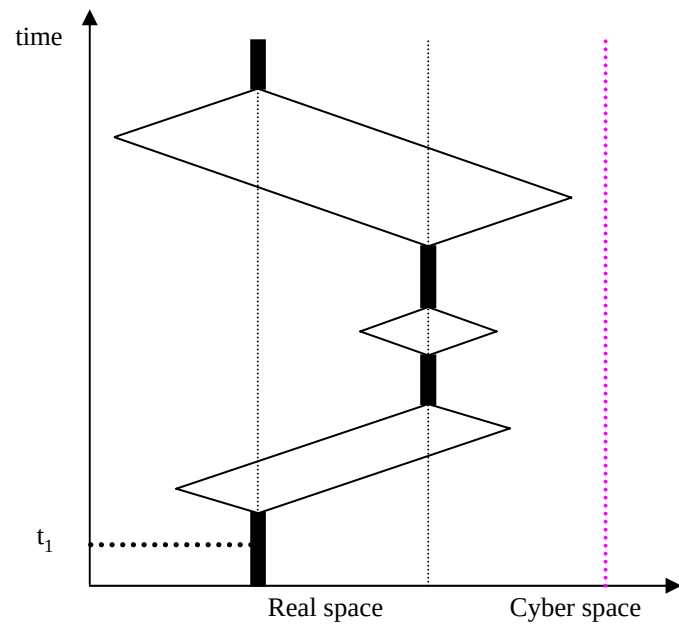
情報通信利用が可能な 時空間の概念(Dijst, 2005)

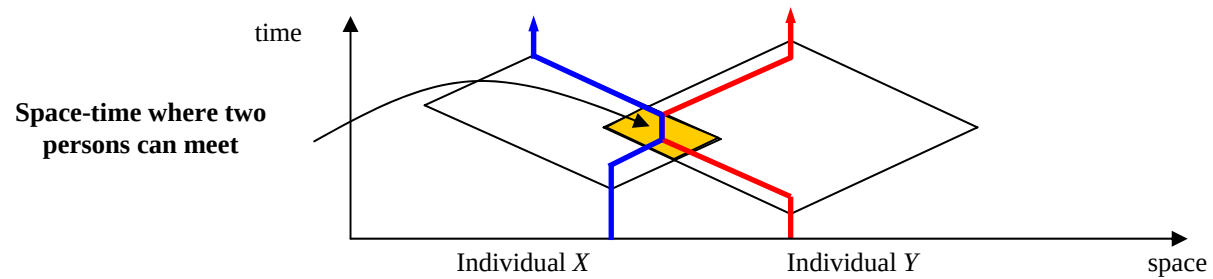




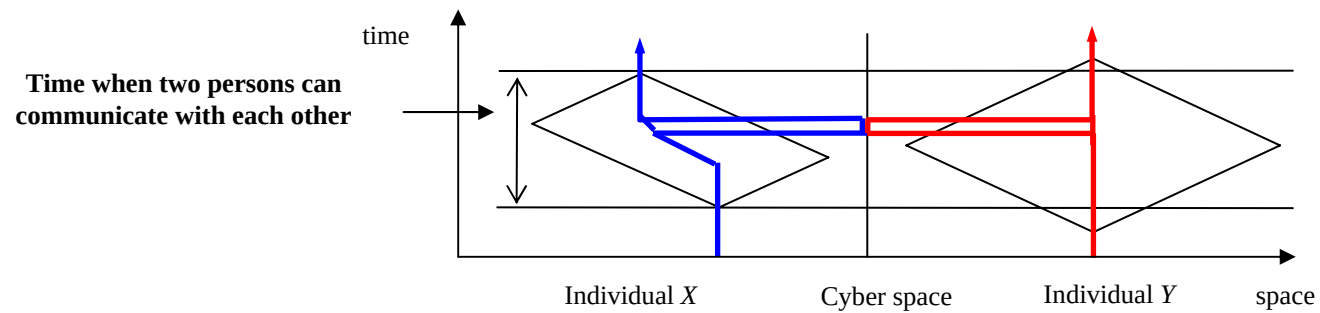


Dynamic Change of One Day Activity Schedule by Telecommunications

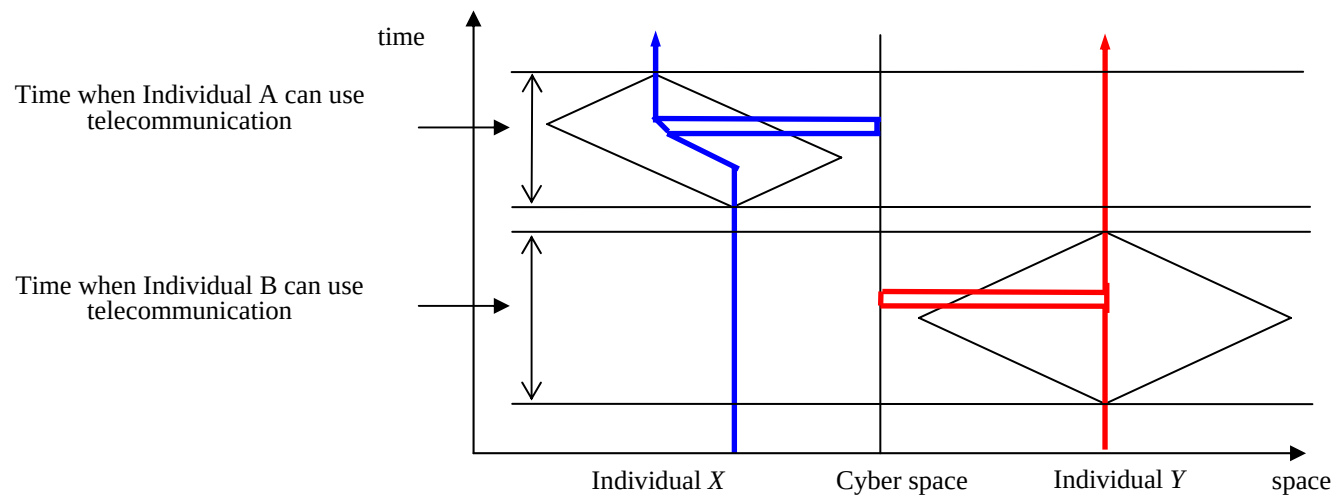




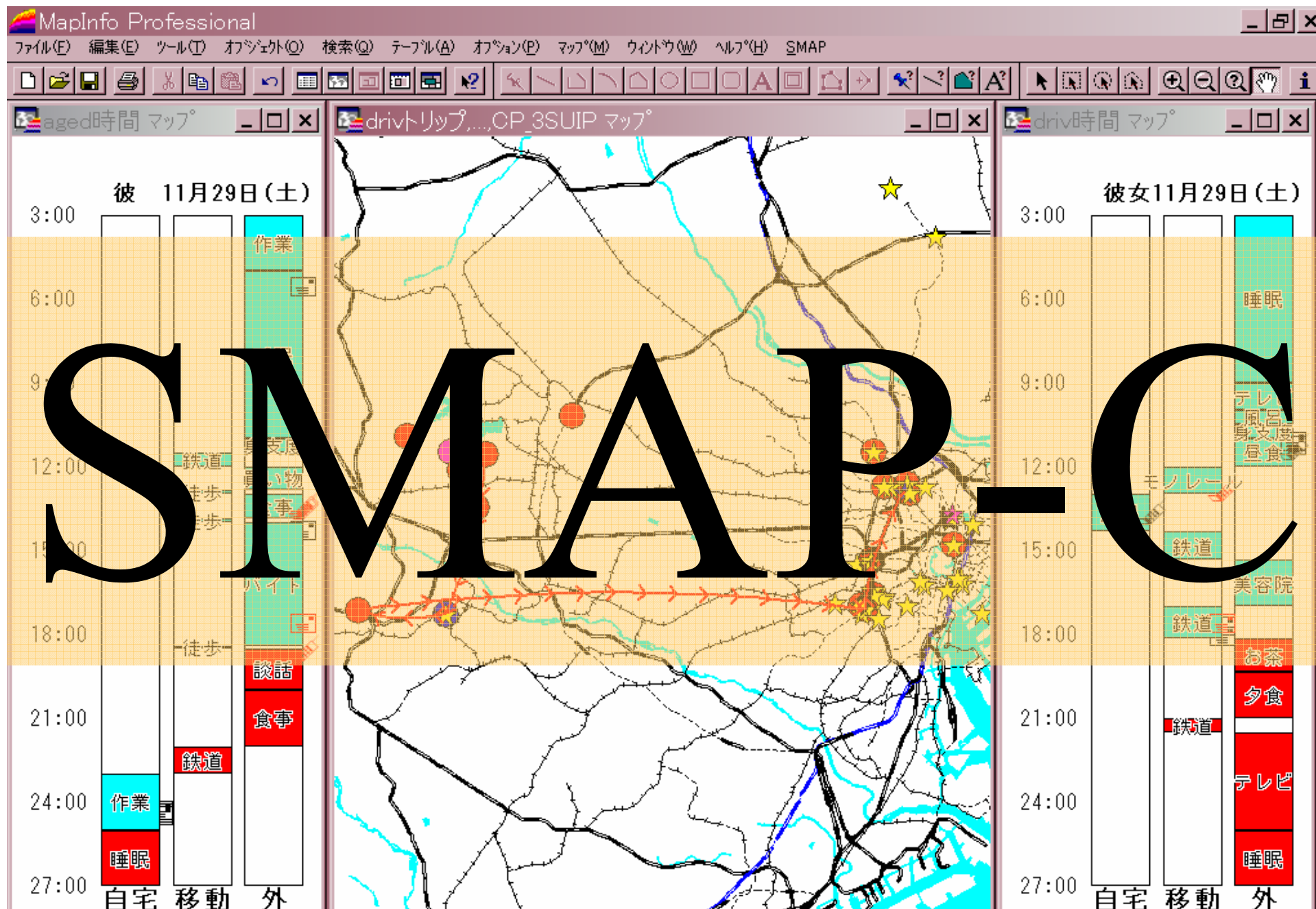
Meeting



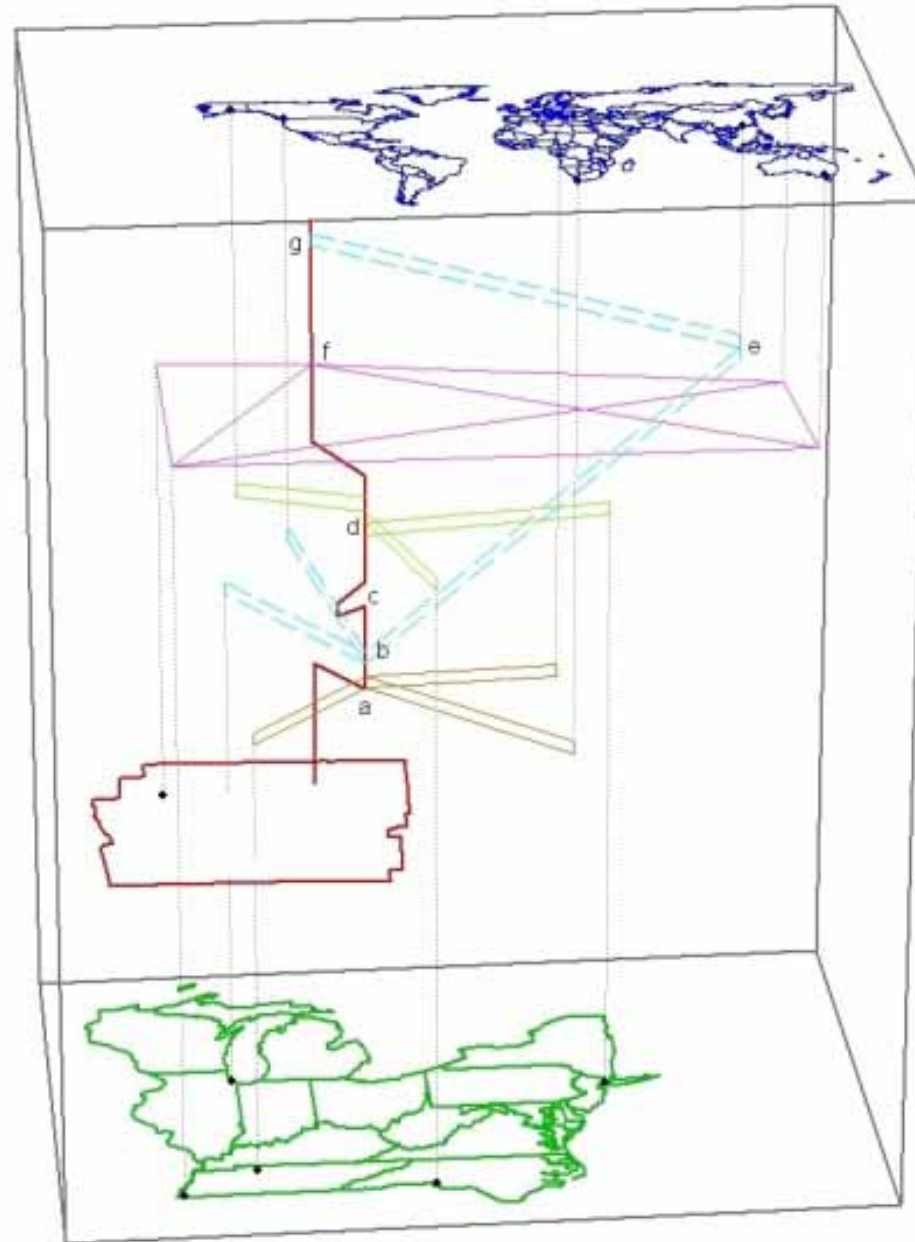
Telephone



E-mail

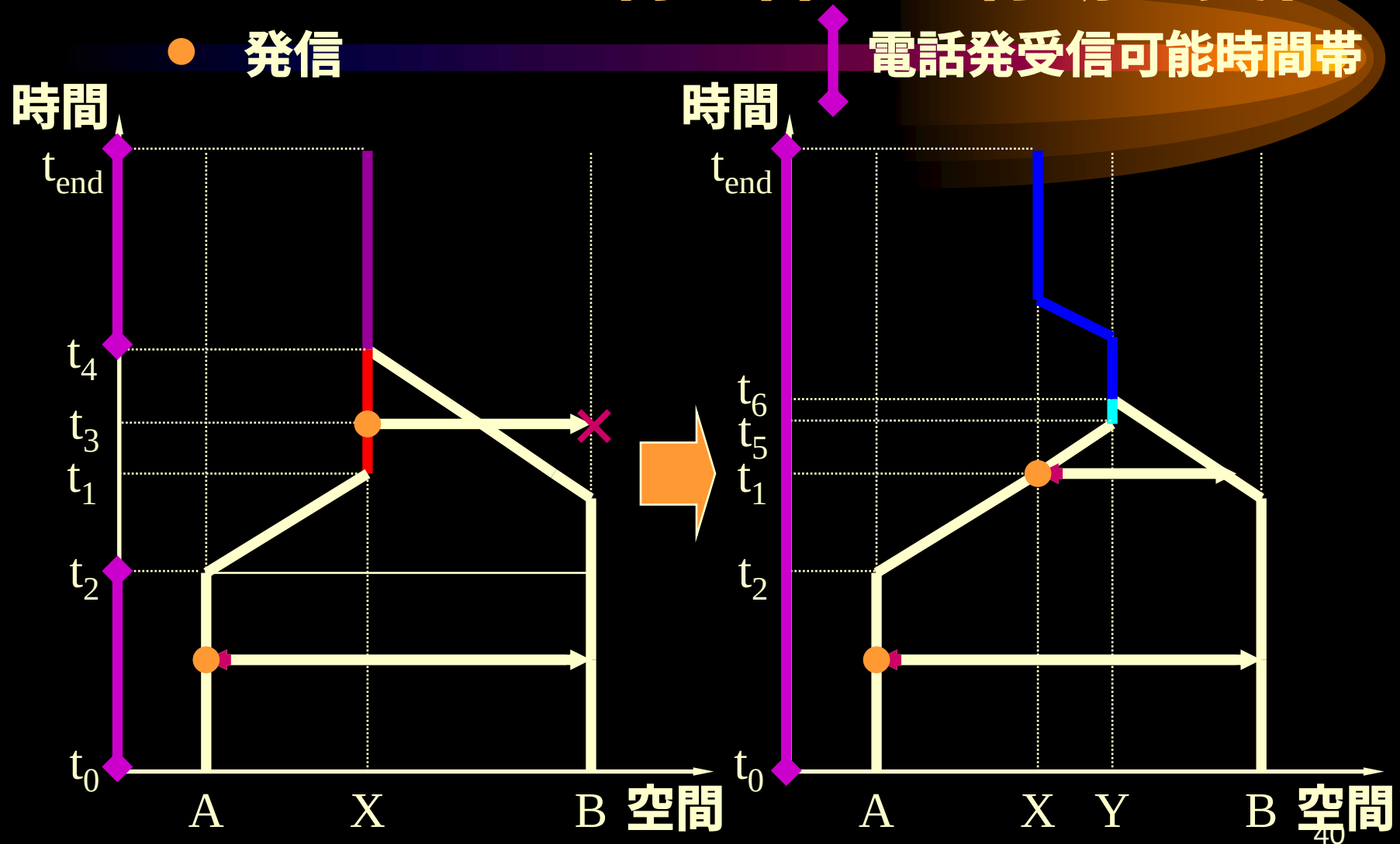


SMAP for Couple

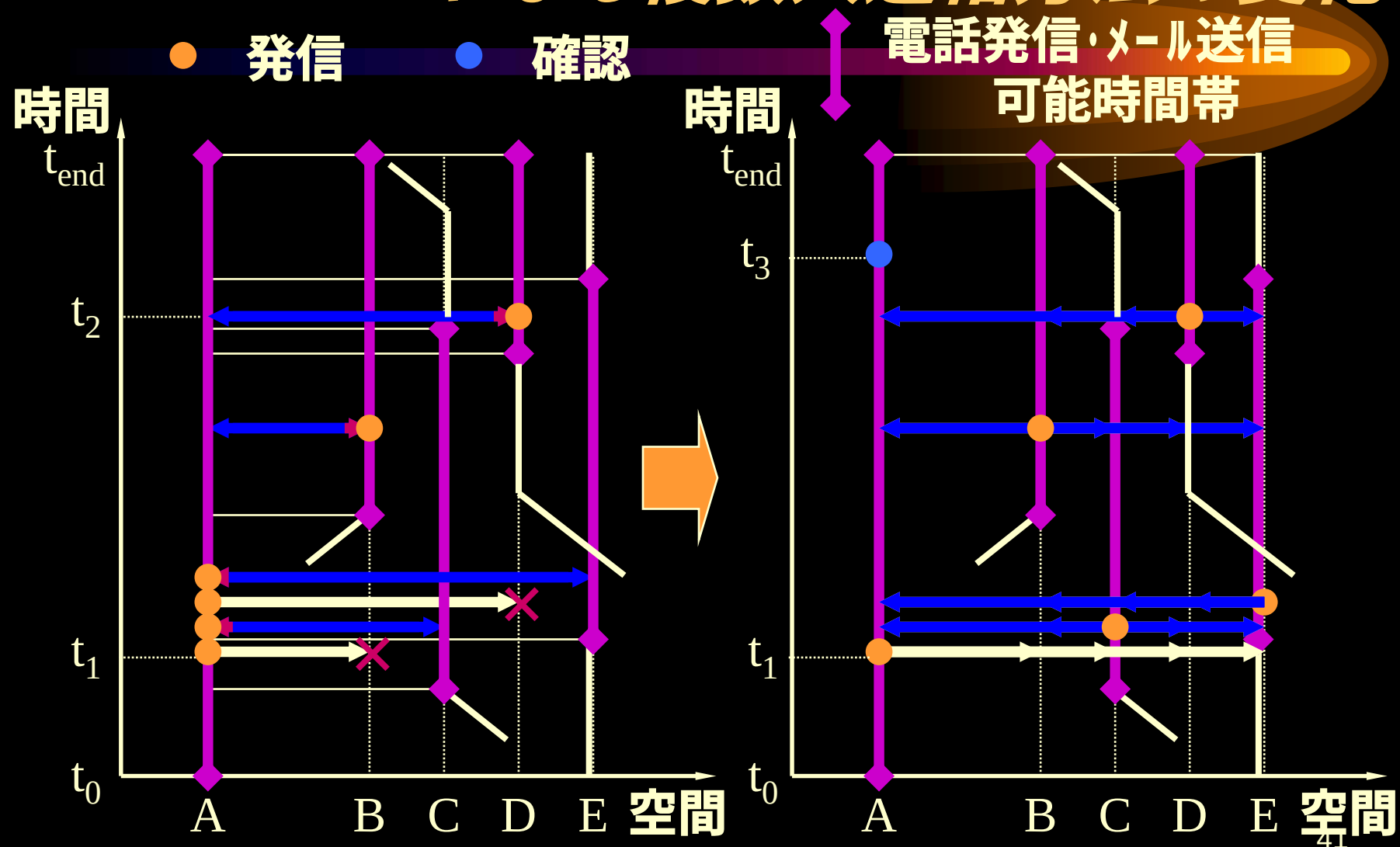


情報通信利用を含めた時空間パスの例 (出典:M.-P. Kwan's website)

固定電話から携帯電話による 待ち合わせ行動の変化



1対1通信 (電話) から1対n通信 (電子メール) による複数人連絡方法の変化



アクセシビリティの概念の拡張

- アクセシビリティ
 - 空間上での目的地へのアクセス可能性
- 時空間アクセシビリティ
 - 時空間上での活動実行可能性
- ヴァーチャルアクセシビリティ
 - 時空間＋サイバースペースでの活動実行可能性

ヴァーチャルアクセシビリティ

- ヴァーチャルアクセシビリティ $A = f(c_k, a_k, t_k)$
 - c_k : 活動機会 k の利用 (移動) に伴うコスト
 - 通信費や機器の利用しやすさ
 - a_k : 活動機会 k の魅力
 - 通信相手や得られる情報内容
 - t_k : 活動機会 k で費やせる時間
 - 通信に費やせる時間
- 情報通信手段が利用可能な時空間制約の考慮

サイバー空間での活動

- サイバー空間で実行可能なアクティビティ
 - 仕事、会議、買物、銀行振込み、会話、ゲーム、etc.
- サイバー空間ではできないアクティビティ
 - 睡眠、食事、身の回りの用事、運動、etc.

テレコミュニケーションと活動・交通行動

- **通信相手**
 - 人：携帯電話、eメールによるコミュニケーション
 - もの：インターネットによる情報入手
- **相互作用**
 - 代替、相乗、補完
 - Substitution, Complementation, Modification, Neutrality
- **活動スケジューリングへの影響**
 - 活動の追加、削除、変更、決定 (確認)
 - 発生、順序、開始時刻、時間、場所

通信と交通の相互作用

- 代替
 - 移動を伴わずに活動が行えるようになる (テレコミュニケーション、テレショッピング、テレバンキング、遠隔医療、etc.)
- 補完
 - 移動の効率性、安全性が高まる (公共交通情報提供、カーナビゲーション、ITS、ETC、etc.)
- 相乗
 - 通信が移動を誘発する (他人とのコミュニケーション、活動機会に関する情報提供、etc.)

サイバー空間を考慮した 交通分野における空間データ

- 交通主体のデータ
 - 移動パターン (OD、トリップチェーン)、経路、通信
- ネットワークデータ
 - 道路 (自動車、徒歩、自転車)、公共交通 (バス、鉄道)、通信網
- 土地利用・施設データ
 - 土地利用メッシュ、施設ポイント、Webサイト
- 移動を伴わない活動が増加

移動の正の効用

- (旅行やドライブを除いて)「交通は活動の派生需要」であり、移動時間は短い方が良い→移動時間は負効用→移動時間節約の価値が存在する
- しかし、それらの移動にも正の効用があるのでは？
(Mokhtarian & Salomon, 2001)
 - 目的地で行う活動の効用
 - 移動中に行う活動の効用
 - 移動自身の効用
- 携帯電話やインターネットの急速な普及、携帯型パソコンや音楽再生機器等の小型化、鉄道輸送力増強、自動車の高度化→移動中に実行可能な活動の選択肢が多様になっている



Bangkok



Dalian



Seoul



Tokyo



今後の課題

- **テレコミュニケーションと活動・交通行動分析手法**
 - どのような行動に着目した分析を行うべきか？
 - どのように意思決定プロセスをモデル化するか？
- **活動スケジューリングと通信データの収集手法**
 - 活動スケジューリングに影響を与える複雑な通信内容をどのような調査で把握すればよいか？
- **IT時代の都市のあり方**
 - どのように都市は変化していくのか？
 - どのような都市にしていくべきか？