

「私」と行動モデル

原田 昇

夜明け前

～建築から都市へ～

- 生誕～ 原田産業の跡取り、一人っ子として育つ
- 中学 親戚の東大哲学卒の大学の先生が家庭教師に
- 高校 名古屋市立向陽高等学校
- 大学 名古屋大学工学部建築学科 建築家への憧れ

大学時代の転機

「設計課題」

設計プロセスを学ぶ

「パース」に限界を感じる

「都市問題研究会」

名大建築早川研究室、日比野正己先輩

・新幹線公害訴訟×名高速反対運動

「卒論」

名大建築松岡理研究室「二次元歪問題」

・有限要素法、カードの束、一日一計算

都市問題研究会 名古屋大学建築学科3年～4年、1975.4～1977.3

・一学年上の先輩と同輩と一学年下の後輩の六名程度で自主輪講

・ 1975年10月～1976年3月まで

1. 「輝く都市」をめぐって、吉坂隆正、
建築雑誌1974.11
2. マイカー亡国論、湯川利一、三一新書
3. 自動車の社会的費用、宇沢弘文、岩波新書
4. 生活・住宅・地域計画、絹谷祐規、頸草書房
5. 障害者問題研究<第5号>、全障研
6. 近隣住区論、C.A.ペリー、鹿島出版会
7. 保存の現代における意味、TJ7112

・ 1976年8月～1976年11月まで

1. Transportation and disadvantaged
2. 住宅階層の理論、西山研究室 解説 巽和夫
3. 住宅問題とは何か、早川和夫
4. 宮本憲一講演会、環境保全の理念と政策
5. 住宅水準研究の歴史的検討、住田昌二
6. 交通問題と地方自治体
～交通問題全国シンポジウム～
7. 障害者のまちづくり、近藤秀夫

建築から都市へ

「院試の勉強」

期末試験同様に製図室で集団学習

二名ほどが東大の建築と都市を希望

「せっかく勉強するんだから・・・」

確か**8**名受けて、原田のみ合格

「指導教員」

入学ガイダンスで、専攻長に相談

「交通なら新谷先生だね」

大学院入学から半年

建築から都市へ

思い➤博士まで進むテーマを見つけない

不安➤研究室の本(和書)をすべて観る

太田勝敏先生との出会い

入学から半年後、一年の留学からご帰国

★気づき★人の動きを捉えて、それに基づく空間を設計したい

行動モデルとの出会い

新谷洋二先生

計画するとは

調査とは(日立交通実験参加、横浜市へ紹介)

太田勝敏先生

英語の教科書と論文のアサインメント

論文の書き方を指導(赤字添削)

原田昇

統計的検定、少数データの分析手法の勉強

多項ロジットモデルの推定プログラムの作成

修士課程の出会い・・・都市交通研究室

同期	齊藤純(与論島、 EBA モデル構築)
一年後輩	野知、鈴木、座間、齊藤(哲)、木崎、角田
二年後輩・院	岩本、富岡
芦沢哲蔵先生	研究室の運営、研究会の段取り
永井護先生	報告書、原稿への取り組み方など
田中敦子秘書	井上研から新谷研へ。研究室の柱。

都市解析研との交流・・・修士/博士課程

- 田淵隆俊 「統計的検定」 輪講など
- 三木富士夫先輩 休み時間の過ごし方(頻繁にご馳走になる)
- 合田素行先生 休み時間の過ごし方(かなりご馳走になる)
- 奥平耕三先生 【都市工学読本】、授業で文献レビュー、
「若いうちは、モデルをやりなさい」

大学院時代を振り返る 何を明らかにしたか

修士論文

非集計モデルの理論的検討と交通計画への適用性に関する研究、
東京大学工学系研究科修士課程都市工学専攻、**1979.3**

博士論文

非集計行動モデルの交通計画への適用に関する研究、
東京大学工学系研究科博士課程都市工学専攻、**1983.3**

大学院時代を振り返る 何をOUTPUTしたか

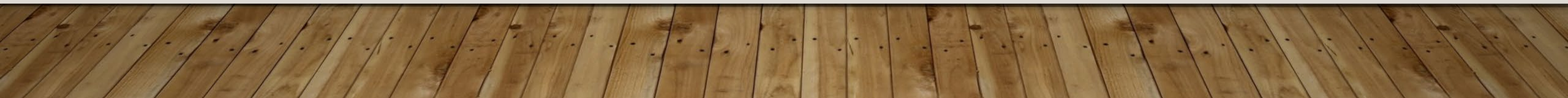
年度	土木学会年次大会/学会誌	研究発表会/講習会	ジャーナル論文	報告書	その他
1978	2 非集計モデルの適用性			1 日交研(新谷・都市交通)	
1979	1 Logit 実証的分析	1 土計発表会(多手段同時選択)		1 科研(太田・非集計/適用)	
1980	1 Travel Time Budget			1 日交研(新谷・計画制度)	
				1 科研(太田・改良logitなど)	
1981	1 選択肢相互の類似性	1 土計発表会(現状と課題)	1 都論集(鉄道駅・アクセス)		
			1 交工(通勤交通手段)		
1982	4 土木学会誌文献抄録		1 都論集(駅周辺施設計画)		2 交工・講座(1と6)
	1 NL/鉄道駅・アクセス手段				1 交工・資料(バス交通)
					1 道経研(道路整備効果分析)
1983	6 土木学会誌文献抄録		1 交工(NL/鉄道駅・アクセス)	1 東大紀要(博論の要旨)	1 道経研(道路整備効果分析)
	1 集計レベル/鉄道経路		1 高と自(鉄道駅アクセス手段)		
1984		1 土計講習会(交通機関選択)	1 土論集(NL/新駅利用量予測)	1 IATSS研究助成報告書	1 IATSS(P報告-交通と通信)
			1 土論集(NLモデル/レビュー)		
1985		1 土計講演集(仙台への適用)			1 日交研(改良logit)
					1 IBS所報(仙台の適用方法)
1986		1 WCTR(鉄道駅・アクセス)	1 高と自(浜松都心部)		
		1 土計発表会【招待論文】			

受賞

1983年

- 日本都市計画学会 論文奨励賞
- 非集計行動モデルの交通需要予測への適用に関する研究
- 受賞者: 原田昇、太田勝敏

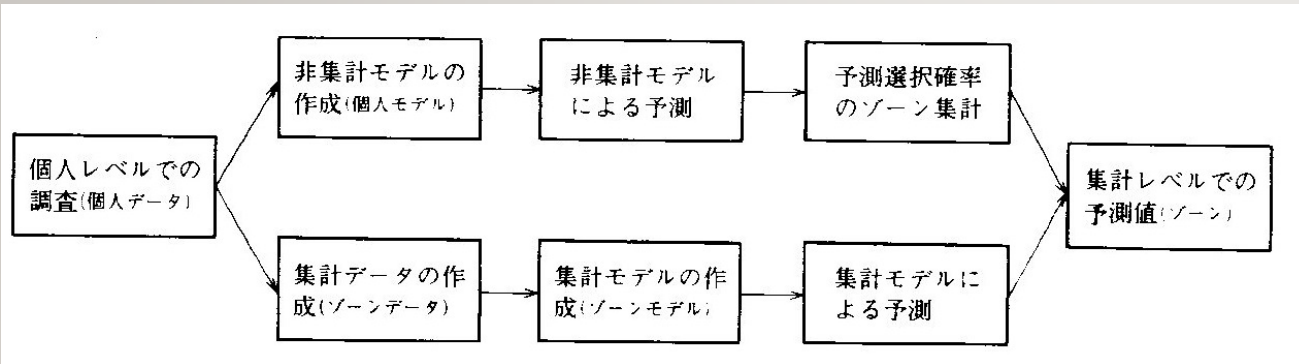
1985年

- 土木学会 論文奨励賞
 - **Nested Logit**モデルの理論と適用に関する研究のレビュー [論文集353]
 - 受賞者: 原田昇
- 

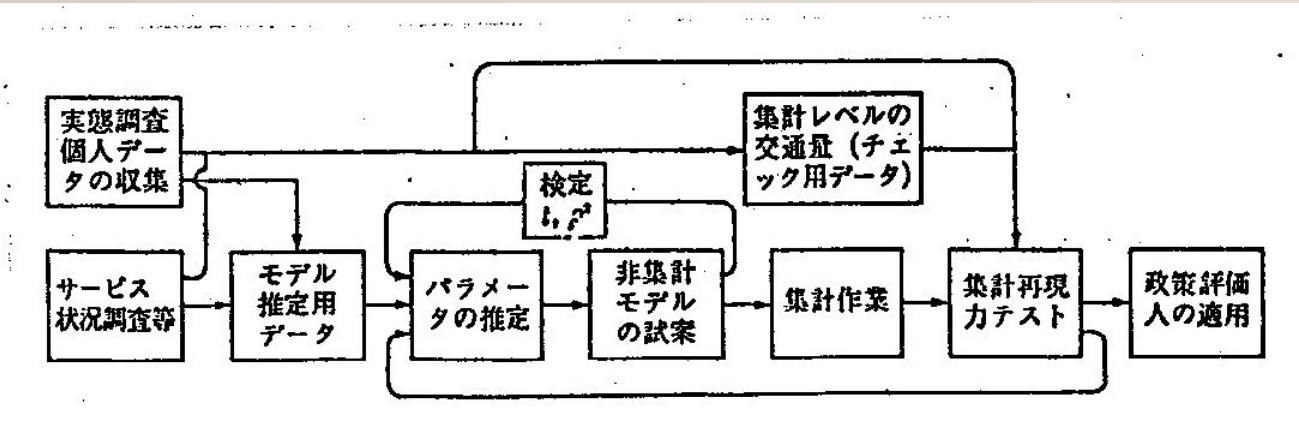
非集計行動モデルの交通計画への適用方法

非集計モデルと集計モデルの適用プロセス

(交通システム計画、p.212)



非集計行動モデルの適用フロー(博論、p.80)



交通システム計画と戦略的アプローチ

a) 合理的行為者のアプローチ

完全情報下であらゆる代替案を検討し特定の目標を最大限達成しようとする 合理的な意思決定者を仮定

b) 満足化のアプローチ

意思決定者が入手しうる情報を基に代替案を探索し、それらの効果、インパクトを検討し、許容できるレベルで目標が達成される代替案がみつかればそれを採択

c) 漸進主義者のアプローチ

目標に向かって総合的に代位案を検討するというよりも、主要な関連主体との調整は限定して、担当部局がそれぞれ現在の政策をベースに部分的、限界的な修正により、当面する問題に対応ないし問題を回避し、すこしずつ現状を改善しようとする

d) 組織内プロセスのアプローチ

意思決定者は、その属する組織の構造、コミュニケーション経路、標準的運営手順に大きく影響される。

e) 政治的取引のアプローチ

多数の異なる価値や目標をもった主体の対立と取り引きによって意思決定が進められる。

非集計行動モデルを交通計画に適用するために
解決しなければならない課題は何か(修論、4章)

1. 「集計」問題

2. Choice Setの設定

3. モデルの構造

同時選択/条件付選択

4. 移転可能性

5. サンプルング問題

6. 行動単位の問題

7. 変数の選択

共通変数/独立変数

8. 態度データの利用方法

9. 精度の測定基準

10. 推定プログラム

実用的な手法が定着した項目

- ・ 「集計」問題 . . . サンプル数え上げ法、「平均値法」
- ・ **Choice Set**設定 . . . 利用実態から設定条件を設定
- ・ モデルの構造 . . . 同時決定と段階決定 ($\lambda > 2$ は不適切)
- ・ 移転可能性 . . . 個人単位×行動モデル⇒可能性大
- ・ サンプルング . . . **Choice-based Sampling**と推定手法

★Choice setのランダム割付けて安定したパラメータが推定できる(McFadden)

実用的な手法が定着した項目

- ・ 行動単位 . . . **Group Decision**の扱い ⇒現在検討中
- ・ 変数の選択 . . . 推定時に比較し、統計的に判断
- ・ 態度データ . . . 1)快適性、質的魅力度等を主成分で構築
2)予測に不適⇒セグメンテーションに活用
- ・ 精度の指標 . . . 推計確率**0.6**は、**10**回中**6**回選択と理解
- ・ プログラム . . . 二項**logit** - **A.O.Grigg**参考に音丸先輩作成
➤多項**logit** -原田作成⇒後に**Quail**で確認

非集計行動モデルを交通計画への適用方法 (博論、3章)

- ・ 「集計」問題 . . . 短期は「実サンプル法」、
長期は将来属性分布からサンプル作成、
小規模な空間単位での「平均値法」
- ・ モデルの構造 . . . **Nested Logit model** 合成変数で判定
- ・ 移転可能性 . . . 定数項と誤差分散を再推定
- ・ サンプリング . . . **Random, 送別Random, Choice-based**
Logit modelは定数項調整でシェア再現

非集計行動モデルの理論を理解する(修論、3章)

1. 個人選択理論における非集計行動モデルの位置づけと問題点の把握
2. 交通行動に関する非集計行動モデル以外の行動的アプローチの分類と検討
 1. EBA(Elimination by Aspect)モデル
3. 個人選択理論と非集計行動モデルの関係の確認
 1. 属性の判断基準と判断プロセス(多様な可能性を整理)

個人選択理論における非集計行動モデルの位置づけと課題の把握

1. 行動の結果に対する情報の差 不完全情報、情報探索
 1. Riskless Choice 行動とその結果を完全に知っている
 2. Risky Choice 行動とその結果の分布を知っている
 3. Uncertainty 行動とその結果の分布を知らない
2. 測定手法の違い
四通りの組合せの内、客観的行動と主観的要因
3. 静的か動的か 習慣性、学習効果
4. 決定論的か確率論的か

ロジットモデルに固有の問題点

1. 効用の付加算性(Additivity of Utility)

各々の選択肢の属性は独立であり、重みづけされてひとつの主観的尺度を形成する

- ・ 属性は、独立か/同じか/重みづけ和とみなせるか

2. 選択肢の独立性(Separability of Alternatives)

各々の選択肢は相互に独立であり、lumpしていない

- ・ 類似性の高い選択肢グループは存在するかしないのか

IIA(INDEPENDENCE FROM IRRELEVANT ALTERNATIVES)特性

1. **Luce**の選択「選択確率比の文脈独立」と同一
二つの選択肢の選択確率の比は、第三の選択肢の有無によらず一定である。
➤交差弾力性は等しく、同じ割合で増減する。
2. 「選択順位の文脈独立」(印東、p.264-266)という条件をより強くしたもの

★印東太郎編、心理測定・学習理論、森北出版、1971年7月

合理的選択モデルの特性と限界(博論、2章)

心理物理学の分野では、実験データをもとに、選択確率の観測可能な特性が種々提示され、合理的選択モデルの特性と限界を明らかにするのに、用いられている。

	規則性 Regularity	単純尺度化可能 (=選択順位の不変) Simple Scalability	確率推移率 Stochastic Transitivity	選択確率比の 文脈独立 IIA
Logit Model (=Luce Model)	満たす	仮定する ×	Strong ST ×	仮定する ×
Probit Model	満たす	誤差項が独立の場 合は、仮定する	誤差項が独立の場 合は、Strong ST	仮定しない
EBA Model	満たす	仮定しない	Moderate ST	仮定しない

Logit modelは、前提とする制約条件が強く、実際に様々な挙動を示す選択行動に対する適用範囲は限定的と言わざるを得ない。

合理的選択モデルの特性と限界(博論、2章)

ミクロ経済学の分野では、予算制約を考慮した時間配分モデルなどが、古くから提案されている。

①伝統的理論

予算制約と異なる財の価格が与えられた時に、効用を最大にするように購入する財の量を決定する。

②新しい理論(60年代)

・Lancaster(1966)

財のもつ諸性質に対して充足水準がある
財の効用は、この結合充足で与えられる。

・Becker(1965)

いくつかの生産される活動(例えば、観劇、睡眠)を欲求とする。時間は睡眠にも観劇にも使えるが、観劇に使用したら睡眠には使えない。移動は活動を達成するために投入される時間。

合理的選択モデルの特性と限界(博論、2章)

非集計行動モデルは、**理論的には離散選択モデル**として整理できる。それは、質的選択モデルと呼ばれる場合もある。

- ①非集計モデル 個人行動をモデル化し、選択確率を「集計」する
- ②非集計行動モデル 期待効用最大化理論
効用はパラメータについて線形(linear in parameter)
- ③質的選択モデル リンゴの数と価格の関係から、リンゴの水分、糖分、ビタミンCなどの品質を比較
- ④離散選択モデル 連続的な数量ではなく、離散的な選択を説明。

★ワイブル分布(二重指数分布)は、正規分布の近似分布。

McFadden(1974)とYellot(1977)は、選択確率が特定の条件を満たすために選択肢が3以上の場合には、誤差項はワイブル分布のみとなることを示した。

行動モデルに関するいくつかの代替的仮定

出典; Goodwin and Hensher(1978、第一章)

伝統的仮定	代替的仮定
<ol style="list-style-type: none">1. 個人は自由な選択をする。2. 選択に影響する属性は連続的な効用を生む。3. 個人は完全に排他的な選択肢から選択を行う。4. 選択に影響する要因は、効用の面で完全な代替性を持つ。5. 情報検索や学習のコストはゼロである。	<ol style="list-style-type: none">1. 行動に対して全体的かつ中間的な制約がある。2. 効用関数は、不連続であり、行動に関する厳しい閾値がある。3. 知識の欠如や不確実性が行動に影響する。4. 短期的に、個人は繰り返し選択する場合に、習慣性を示す。5. 情報検索や学習には正のコストがある。情報収集コストが効用増加より大きいことがある。

NESTED LOGIT MODELを多次元選択に適用

- 非集計行動モデルを多次元選択に展開するキー
 - 目的地/交通手段/経路(駅と端末手段)
 - 要因の取入れ方 \leftrightarrow 特定の次元で一定かどうか
- 合成変数の係数
 - 0と1の間で、0と1と有意に異なるか
 - 選択肢間の誤差分散の違い
 - 交差弾力性を割り引く係数

大学院時代を振り返る 何を言われたのか

- 新谷先生 「すべてを一人ですることはいないんだよ」
- 下総先生 「人生の大事なことは君のモデルでは決まらない」
- 奥平先生 「若いうちにモデルをやる方がいい」
- 大西先生 「大数の法則だね」

個人の行動を説明できる⇒平均的な考えならモデル化できる

北村隆一先生からのコメント

十周年記念シンポジウム(1991年)

1. いろいろなアプローチがあって当然であり、それは歓迎すべきことだ。様々なアプローチがなかったら、それこそ憂うべき状況だ。
2. **Discrete Choice Model**は道具として非常に有用だ。**Activity-Based Approach**は、**Trip-Based Approach**に限界がることを教えてくれた。
3. **Activity-Based**研究者は、**Discrete Choice Analysis**を用い、**Discrete Choice Analysis**研究者は、**Activity-Based Approach**から有用な情報を得た。これら2つのアプローチは、代替的なものではなく補完的なものだ。
4. 1つの原理で複雑な交通行動を表せるはずはないし、万能の手法(**Silver Bullet Approach**)を見つけようとするのは不毛だ。
5. 大事なことは、いろいろなアプローチがあることを認め、情報を交換し、データを共有し、それぞれの研究の貢献を公正にかつ厳しく評価し合うことだ。

今、「心に響くテーマ」～人はなぜ移動するのか～

- 活動日誌、活動パターンの分類、多様な制約
- 活力ある社会に向け、「きょういく」と「きょうよう」が大切。
- 健康リスクとの関係
- 移動時間の正の時間価値
- 同伴活動、よく顔をあわせる仲良しグループ
- 孤独な社会と要因(外向性と**Travel Time Budget**の変化)

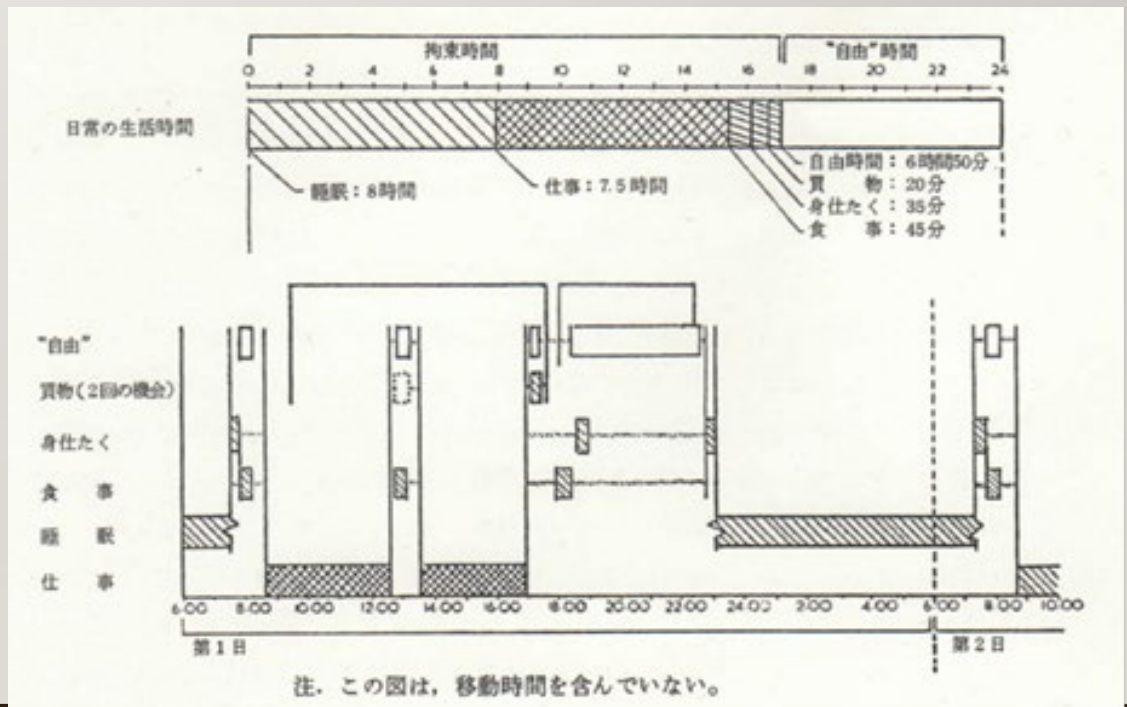
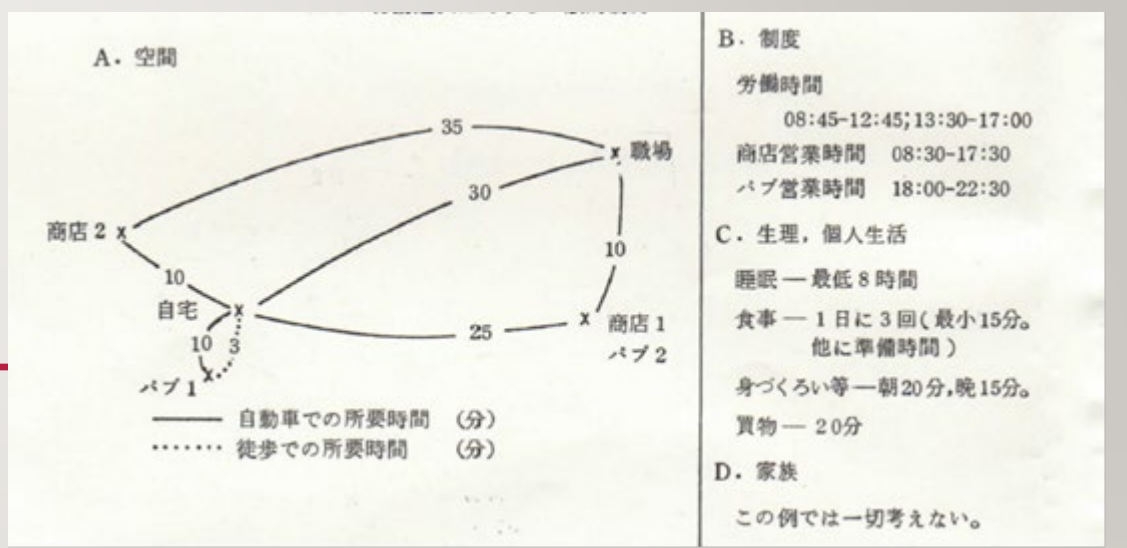
問題意識の変化 「移動⇒活動⇒暮らし」

- 移動
 - 交通弱者
 - 交通行動分析(頻度・目的地・手段・経路)
- 活動
 - 買物難民、通院難民
 - 活動交通分析(時空間制約×施設利用×移動)
- 暮らし
 - 暮らしやすいまち
 - なぜ、人は移動するのか
(誰と、何を、いつ、どこで、どのように)

ある独身者H氏の活動日誌と 一般的制約、活動時間の可能性

始動時刻	活動	場所	交通手段
07.30	洗顔, 着がえ	自宅	—
07.50	朝食	自宅	—
•08.10	移動	—	自動車
•08.40	労働	市役所	—
12.45	昼食	市役所	—
13.30	労働	市役所	—
•17.00	移動	—	自動車
•17.10	買物	メリオンセンター	—
•17.30	移動	—	自動車
17.55	夕食準備	自宅	—
18.20	夕食	自宅	—
18.40	あとかたづけ	自宅	—
19.00	TVを観る	自宅	—
•20.00	移動	—	徒歩
•20.10	社交・飲食	パブ・ニューイン	—
•22.40	移動	—	徒歩
22.55	床の準備	自宅	—
23.10	就寝	自宅	—

活動日誌 — 全情報 / 移動日誌 — 「•」印のついた情報



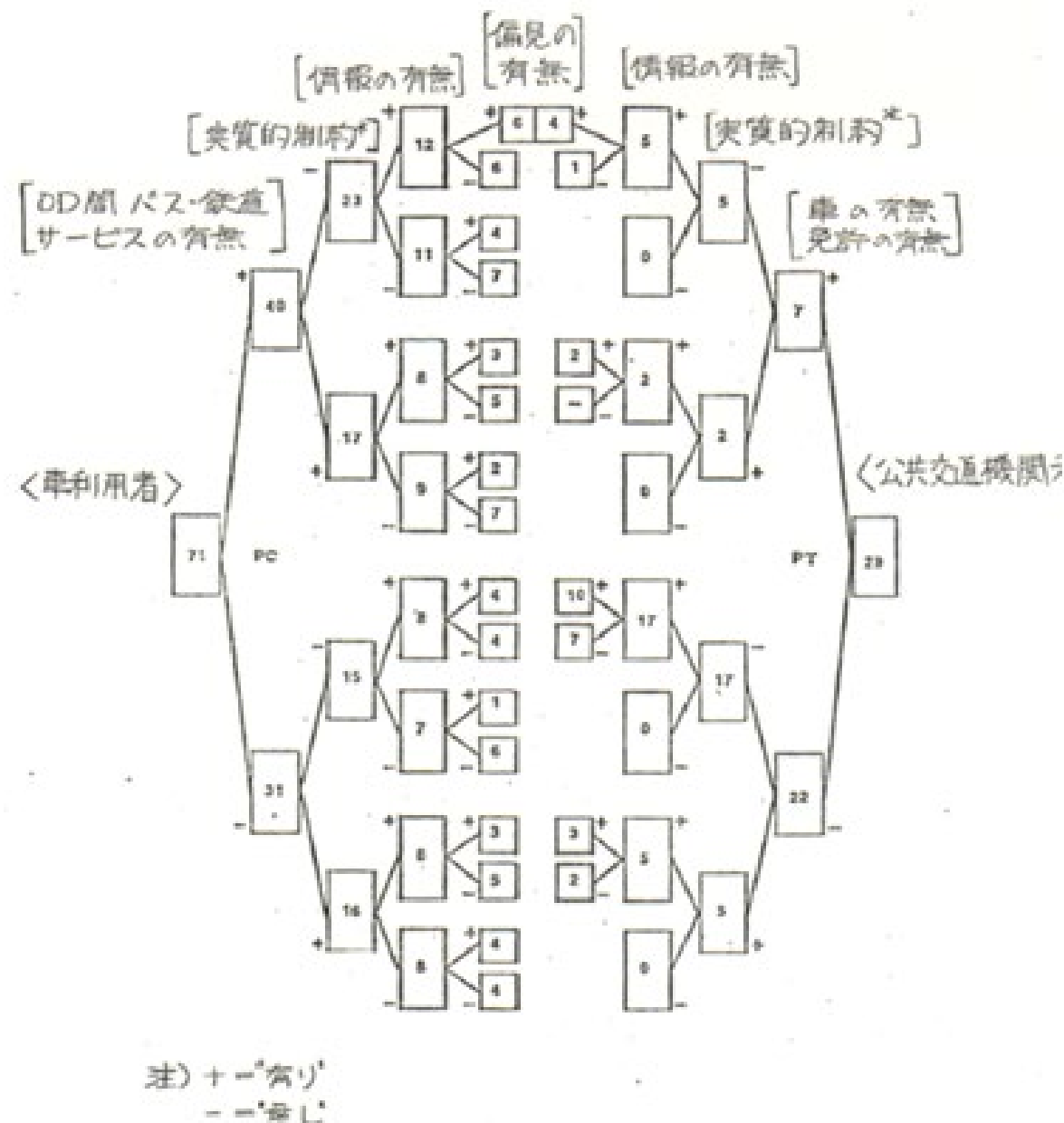
出展; P.M. Jones, "Chapter 4, Travel as a manifestation of Activity Choice: An Overview"
 In Determinants of Travel Choice (edited by D.A. Hensher and Q. Dalvi), Saxon House, 1978

活動パターンの分類

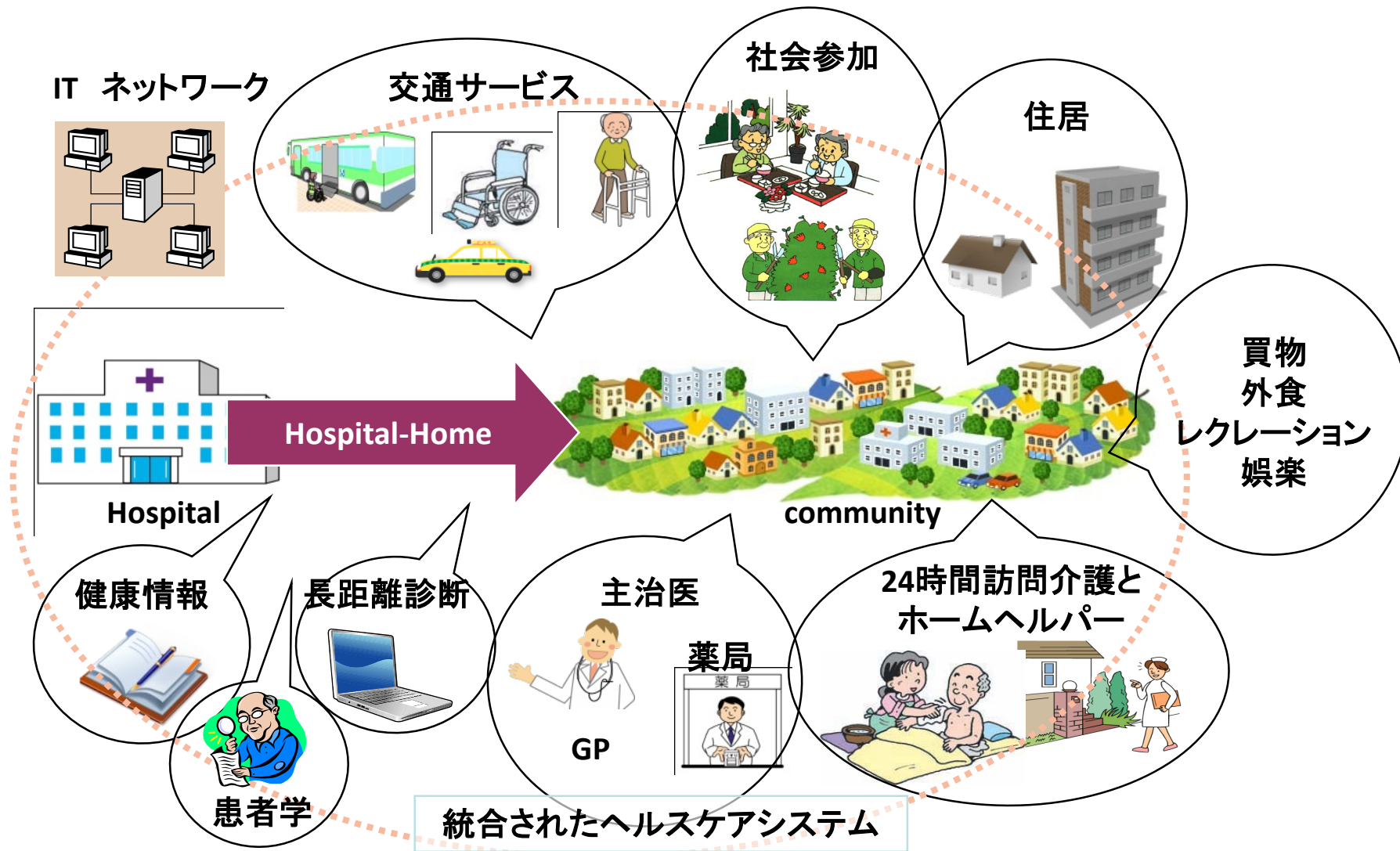
W.Brogに原田加筆

車と公共交通の利用可能性の要因(西独)

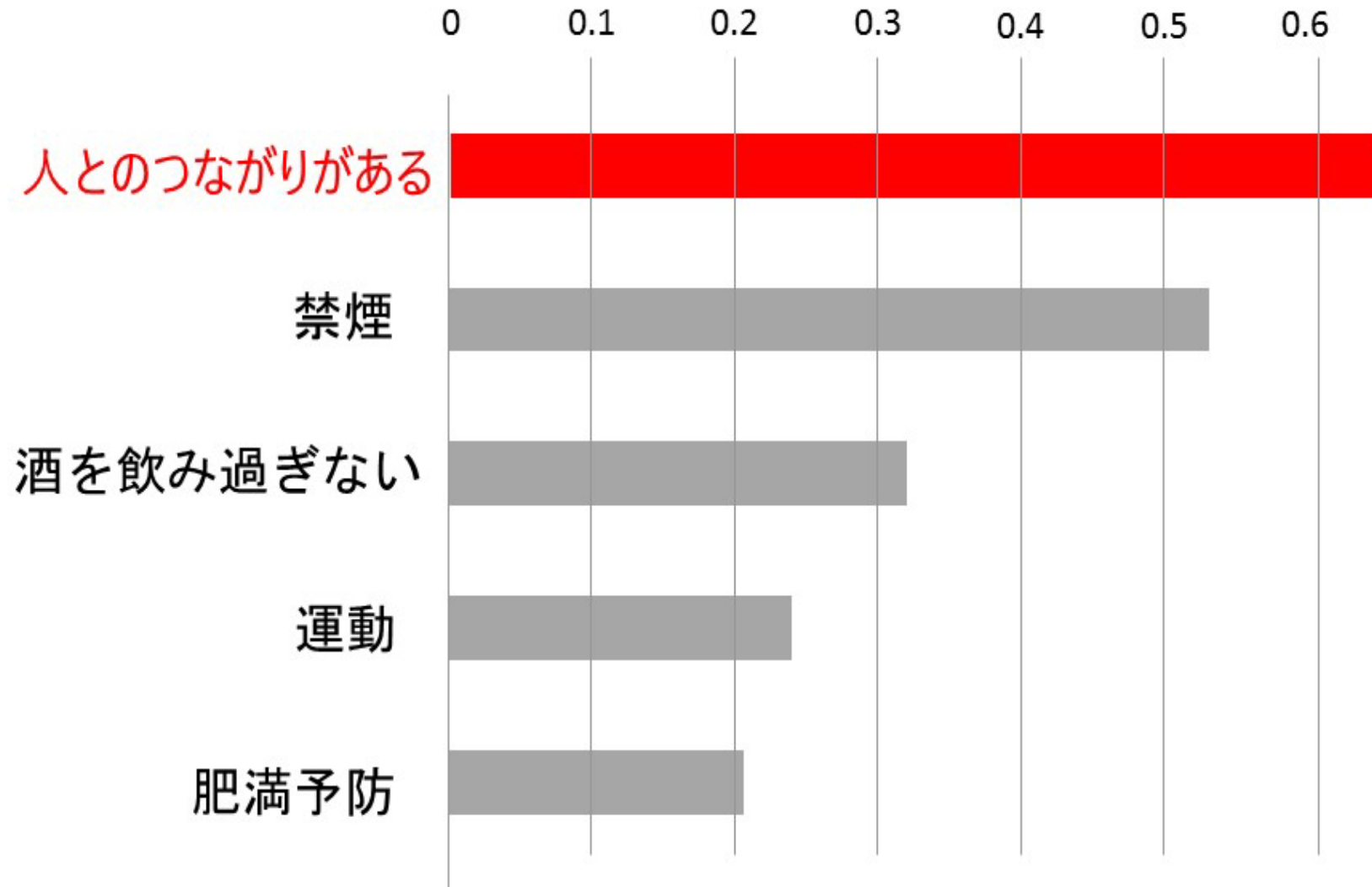
分類の軸	項目別の活動パターン
活動の必然性	物理的必然性 (食べる、眠る) 社会的義務 (通学、選挙) 契約の義務 (仕事、接待) 特定の必然 (修理、通院) 特定の施設へ (買物、入金、書類受け取り) 自由 (散歩)
活動場所	固定 (職場、家庭、講義室) 数箇所に限定 (デパート、映画館、特定目的の施設) 自由 (散歩)
活動時間	開始時刻と終了時刻が固定 (仕事、授業) 一定の活動時間 (買物) 特定の時刻を指定 (接待) 相手の都合に合わせる (訪問、事前説明) いつでも (散歩)
活動の規則性	日単位 (料理、食事、洗濯、就寝) 週単位 (バイト、買物、ゴルフの練習) 年単位/季節周期 (研究室合宿、ワニの会など)
活動の相手	Coupling 制約(家族で食事、家族の送迎) 同伴相手の都合・時空間制約(四度会、山手会など)



明るい将来 Aging in Community

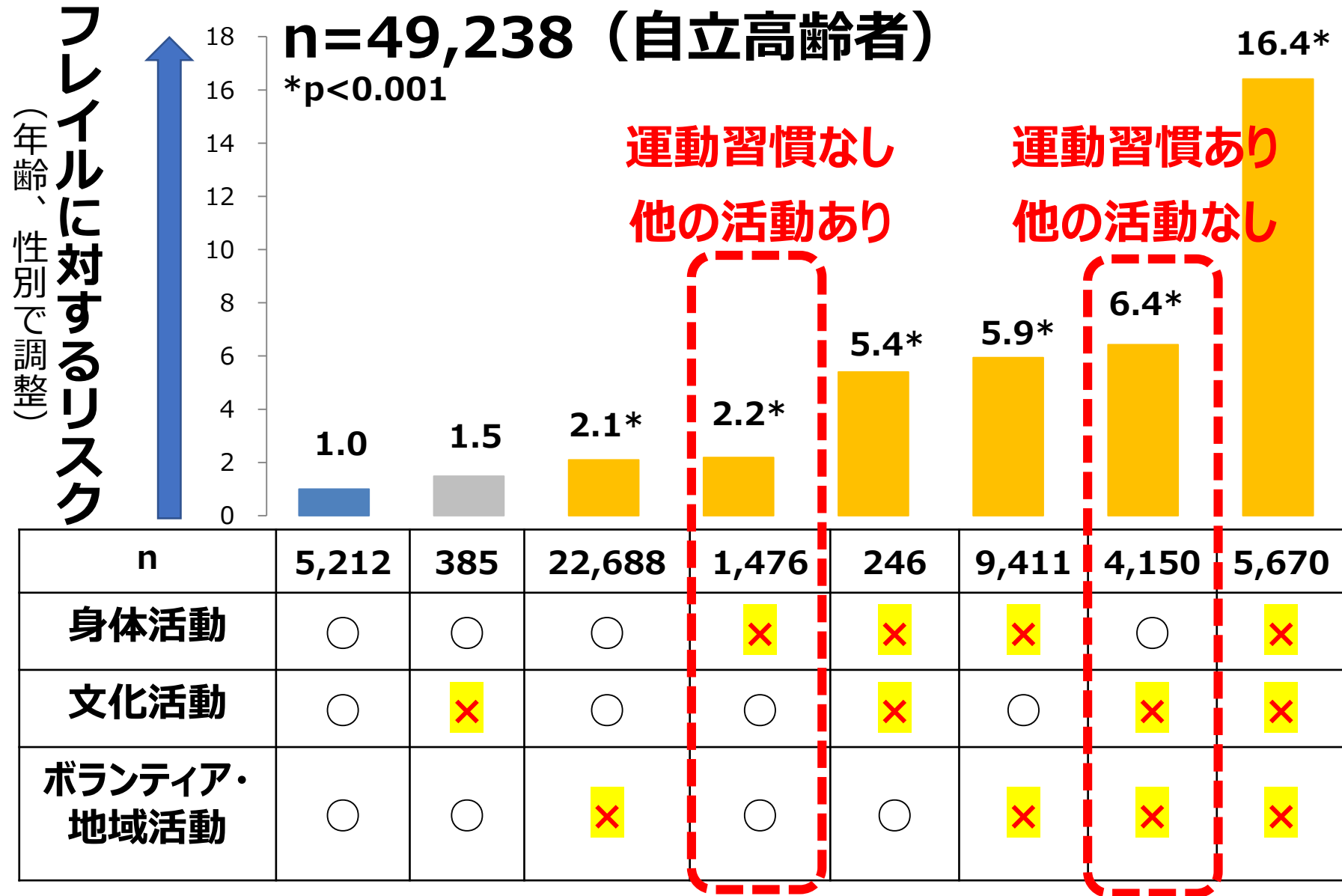


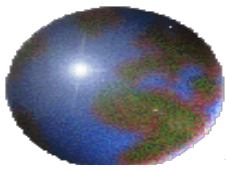
長生きに関係する要因



Holt-Lunstad J1, Smith TB, Layton JB. Social relationships and mortality risk: a meta-analytic review. PLoS Med. 2010 Jul 27;7(7):e1000316. doi:10.1371/journal.pmed.1000316. から引用改変

様々な活動の複数実施とフレイル(虚弱)へのリスク





武豊プロジェクト(愛知県武豊町) (介護予防のための介入研究)

近い人ほどサロンに参加している(2008年データ)

- ・サロンへの参加率と距離の逆数は有意に相関した。
- ・主観的健康度とサロンへの参加率は有意に相関した。



Fig. 3. The location of the three salons and the participants in programs of salon A. a. The inner and outer circles each have a 500 m and 1000 m radius.

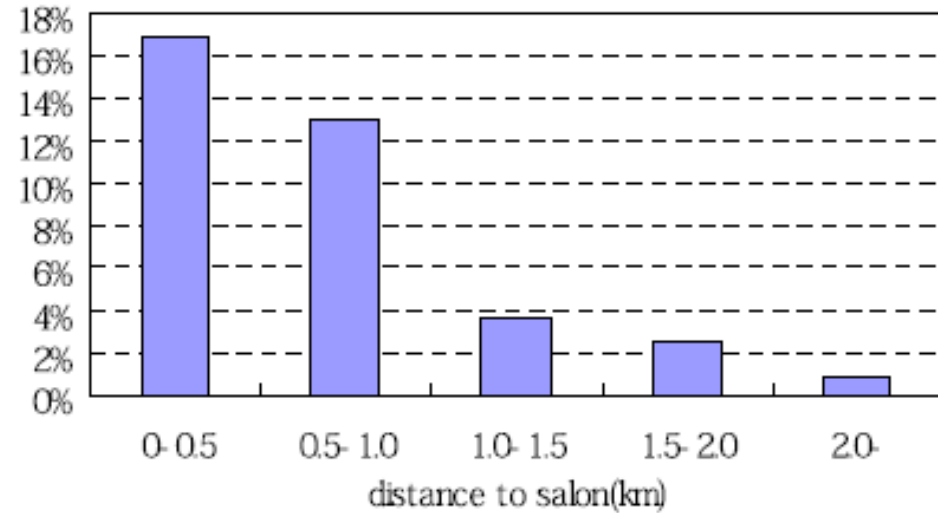
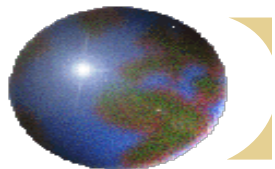


Fig. 4. The rate of participants in salon programs by the distance from their residence to the nearest salon (0.5 km band).

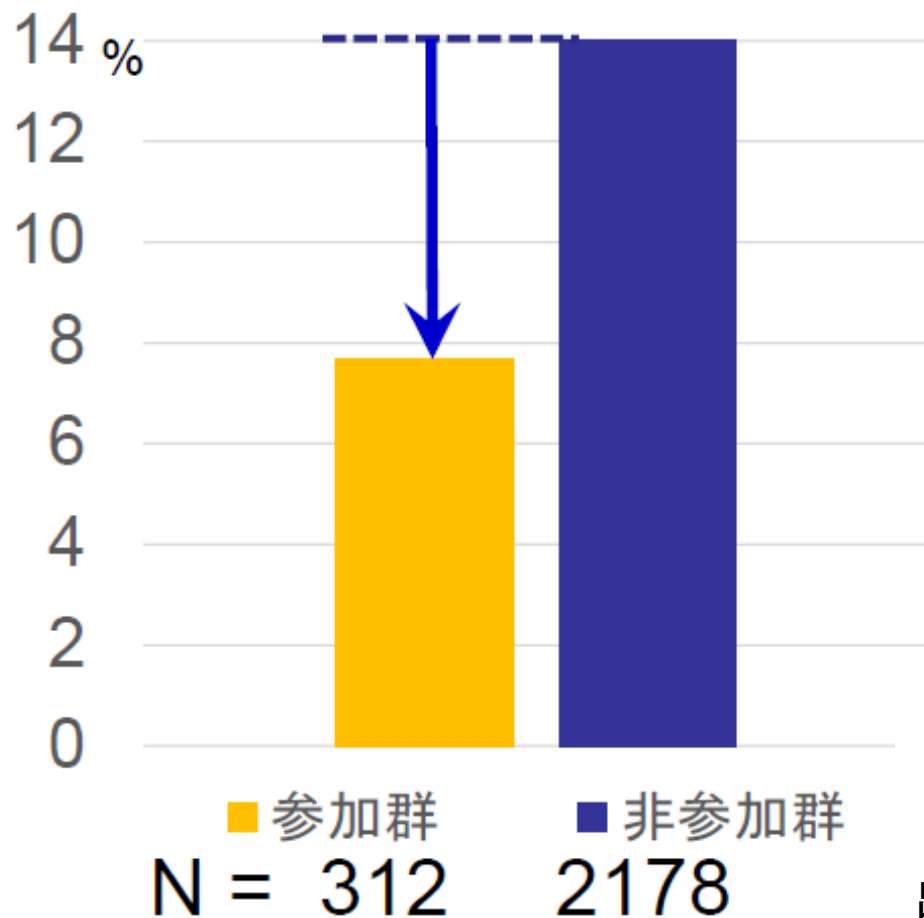
出典; Yukinobu Ichida , Hiroshi Hirai , Katsunori Kondo , Ichiro Kawachi , Tokunori Takeda, Hideki Endo, Does social participation improve self-rated health in **the older Population**? A quasi-experimental intervention study, Social Science & Medicine 94 (2013) 83e90



サロン参加群で要介護認定率は低い

要介護認定率

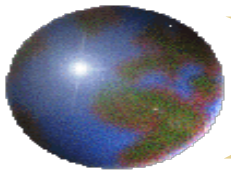
- ・65歳以上の一般高齢者
- ・3会場で月1~2回で開始
- ・参加自由
- ・会場により2~5時間
- ・参加費1回100円



武豊プロジェクト

2007年から2012年までの5年間の要介護認定率を参加群と非参加群で比較した

5年間で要介護認定率は約半分(6.3%ポイント)抑制されていた

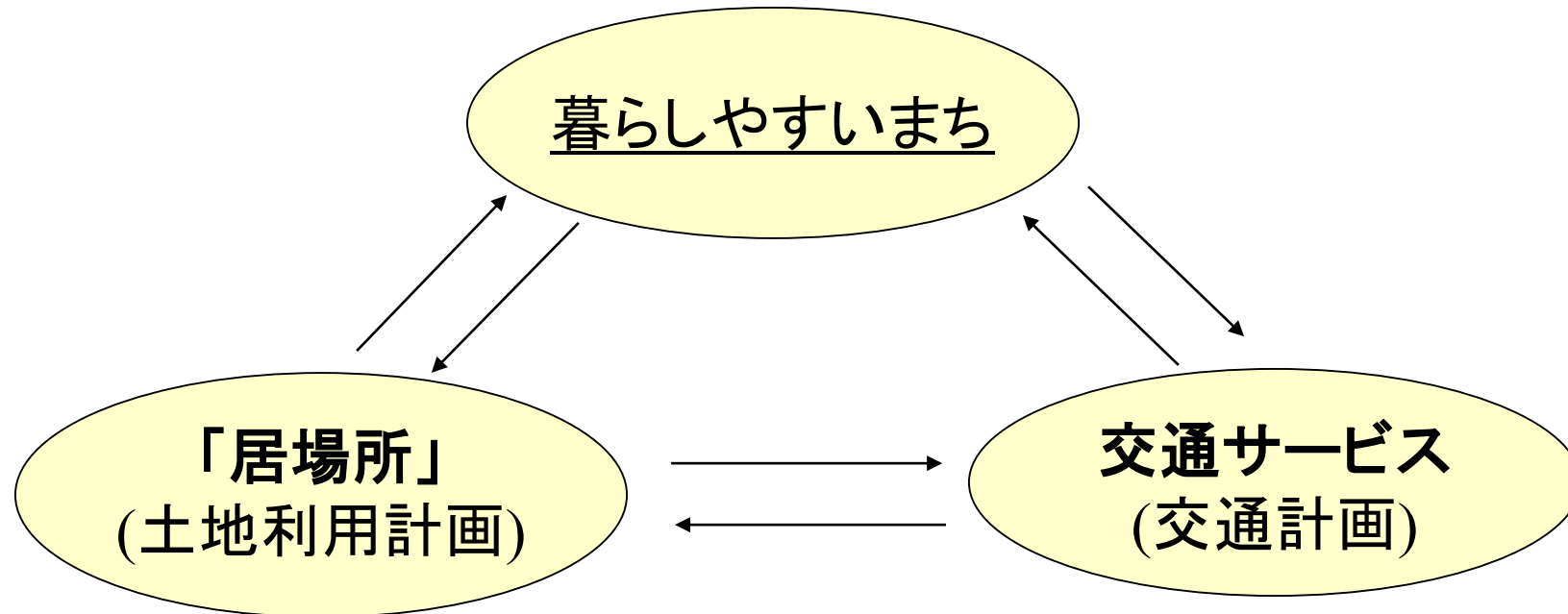


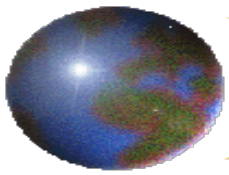
「交通まちづくり」のキーポイント

「暮らしやすいまちの実現に貢献する交通計画の立案・実施・戦略展開」

まちづくりと一体となった交通計画の立案と実現

「人間らしい暮らし」を支えるまちを支える土地利用計画と交通計画の一体的推進

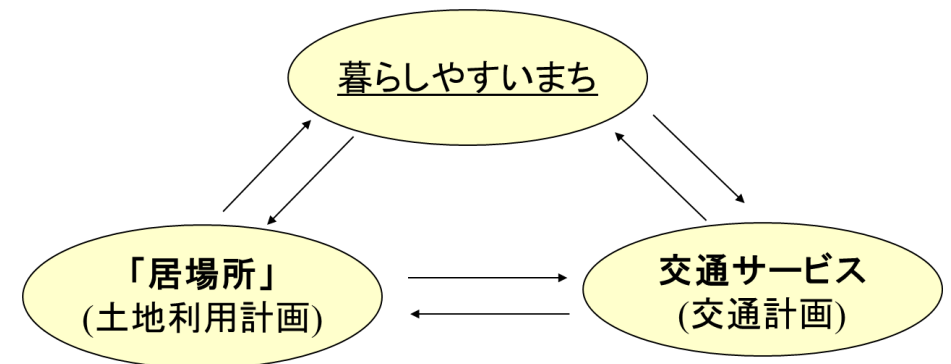




暮らしやすいまちに貢献する交通まちづくり

- ❖ 「暮らしやすいまち」とは、若者も、子育て世帯も、働き盛りも、高齢者も、男性も女性も、生きていくために必要な活動は勿論、それに加えて、それぞれの人生を豊かにする、個人の望む活動を居心地のよい仲間たちと共に展開できるまち。
- ❖ 「暮らしやすいまちのイメージ」を議論し、それを実現するために施策の方向性を合わせ、失敗を繰り返しながらも、戦略的に粘り強く進めていく。

- ❖ 幸せへの鍵は、
「居場所」×「新しい交通サービス」



気の合う仲間と好きなことができる「居場所」

活動ニーズに合わせた低廉で便利な交通サービス

移動時間の使い方

自転車と自動車運転中は、**運転に支障を与えるアクティビティの実行が制限**されるが、鉄道やバス乗車中にはそれらのアクティビティの行為者率が相対的に高い。

逆に、鉄道とバス乗車中には、**周囲の乗客への配慮**のため実行しにくいですが、自動車運転中には、**プライバシーが確保**されることで可能となるアクティビティの行為者率が相対的に高い。

出典; 大森 宣暁、移動時間の使い方に関する一考察 - 移動中のアクティビティ国際比較調査を通して -、土地総合研究 2014年冬号、53-58

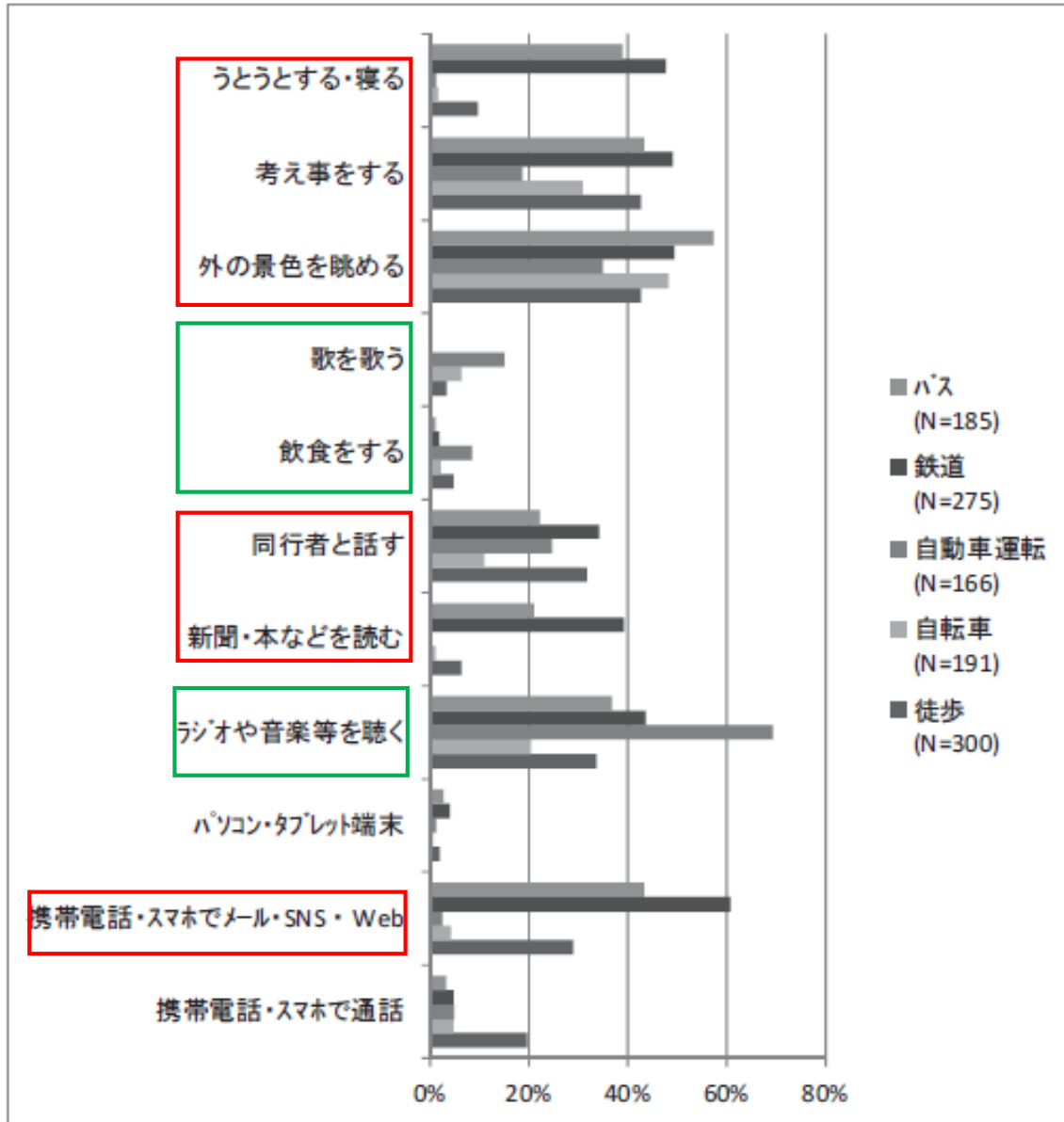


図-1 交通手段別移動中のアクティビティ (日本)

同伴活動は日常生活の中で重要な割合を占める。

米国 (American Time Use Survey) : 平日の約48%、週末の約71%の自宅外活動が同伴活動。

American Time Use Survey 2003/2004

		単独	同伴
平日	頻度 (回/日)	2.42	2.21
	時間 (分/日)	286.9	102.3
週末	頻度 (回/日)	1.06	2.62
	時間 (分/日)	92.5	183.7

出典：Srinivasan & Bhat (2008)
の集計結果より銭作成。

日本(社会生活基本調査): 同伴活動への時間配分は平成18年の47%から平成28年の45%まで低下傾向にあるが、依然として大きな割合を占めている。

社会生活基本調査B票
同伴

	単独	家族合計	非家族	同伴合計
平成18年	828	429	313	742
平成23年	836	418	299	717
平成28年	841	400	277	677

注1: 差表は平日と週末を含む一日当たりの数値である。

注2: 社会生活基本調査の同伴タイプ別の集計では自宅内と自宅外に分けていない。また、複数の同伴者を選ぶ場合、合計では重複カウントされている。

出典：社会生活基本調査（平成18年、平成23年、平成28年）公表集計結果より銭作成。

ご清聴、ありがとうございました。

- 【総括論文】 原田昇、森川高行、屋井鉄雄、交通行動分析の展開と課題、1993年7月
- 【マニュアル】 総合都市交通体系調査における非集計行動モデルの適用性
建築研究報告No.116 (研究代表者:浅野光行)、1988年3月
- 【招待論文】 原田昇、非集計行動モデルによる多次元選択行動の分析、
土木計画学研究・論文集No.4、1986年10月
- 【レビュー論文】 原田昇、Nested Logit モデルの理論と適用に関するレビュー、
土木学会論文集、353-2、33-42、1985年10月
- 【博論到達点】 原田昇, 太田勝敏, 新谷洋二、非集計行動モデルによる新駅利用量の
予測方法とその評価、土木学会論文集、347、49-58、1984年7月

参考文献

- Sidney Siegel, Nonparametric Statistics for the behavioral science – international student edition, McGraw-Hill KOGAKUSHA,LTD, 1956
- Ward Edwards and Amos Tversky ed., Decision Making, 1967, Penguin Books Ltd.
- 鳩村・奥野・津村共訳、(スネデカー・コクラン) 統計的方法 (原書第6版)、1977(第5刷)、岩波書店
- 印東太郎編、心理測定・学習理論、1977、森北出版株式会社
- 安田三郎・海野道郎著、改訂2版 社会統計学、1977、丸善株式会社
- 竹内啓、確率分布と統計解析、1975、日本規格協会
- 竹内啓、数理統計学、1978(第21刷)、東洋経済
- 小宮・兼光訳、(ヘンダーソン・クォント) 現代経済学 贈訂版、1979(第10刷)、創文社
- 後藤・畠中・田崎訳、(コックス) 二値データの解析、朝倉書店、1980
- 太田誠、品質と価格、創文社、1980
- 佐野紳也、質的選択理論---理論と応用、三菱経済研究所、1990