

2004 年度 修 士 研 究

**空間配置に考慮したトレーニングマシンの
利用者の行動特性に関する研究**

**Influence of Spatial Factors in User's Selection
Behavior of Training Machines**

小林 哲郎
Kobayashi, Tetsuo

**東京大学大学院新領域創成科学研究科
環境学専攻 社会文化環境コース**

目次

1 序論	…1
1.1.研究の背景	…1
1.2.既存研究	…1
1.2.1. 大規模空間における人々の行動要因分析を行った研究例	…1
1.2.2. マーケティング関連の研究例	…2
1.2.3. 商品の最適配置に関する研究例	…2
1.2.4. 人間行動のモデル化に関する研究例	…2
1.3.既存研究の問題点	…3
1.4.研究目的	…4
1.5.研究対象	…4
1.6.研究の構成	…5
2 トレーニングジムにおける利用者行動	…6
2.1.トレーニングジムにおける利用者の回遊行動	…6
2.1.1. フィットネスクラブという空間	…6
2.1.2. フィットネスクラブにおける人々の行動	…6
2.1.3. トレーニングジムにおける行動	…8
2.2.トレーニングマシン選択行動の調査	…8
2.2.1. 調査対象地域	…9
2.2.2. フィットネスクラブ利用者の特徴とフィットネスクラブ側の 取り組み	…10
2.2.3. アンケート調査	…11
2.2.4. 追跡調査	…11
2.3.調査結果	…13
2.3.1. アンケート調査結果	…13
2.3.1.1.性別による集計結果	…13
2.3.1.2.年齢による集計結果	…14
2.3.1.3.入会してからの期間による集計結果	…15

2.3.1.4.来店時間による集計結果	…16
2.3.1.5.トレーニング目的とトレーニングマシン選択	…17
2.3.2. 追跡調査結果	…17
2.3.2.1.1 周回遊行動パターン	…19
2.3.2.2.複数周回行動パターン	…20
2.3.2.3.ダンベル・バーベル行動パターン	…21
2.3.2.4.交互循環行動パターン	…22
2.4.まとめ	…22
3 トレーニングマシン選択行動モデルの構築	…23
3.1.トレーニングマシン選択行動モデルの概要	…23
3.2.ロジットモデルの採用	…23
3.2.1. 選択の対象となるトレーニングマシン	…25
3.2.2. トレーニングマシン選択行動に影響を与える要因	…25
3.2.2.1.トレーニングマシン同士の距離	…25
3.2.2.2.入り口から各トレーニングマシンまでの距離	…26
3.2.2.3.隅度	…26
3.2.2.4.可視性	…27
3.2.2.5.同じトレーニングマシンを反復して使用した回数	…28
3.2.2.6.トレーニングマシンの使用難易度	…28
3.2.2.7.トレーニングジム内の混雑度	…29
3.3.分析手法	…29
3.4.分析結果	…29
3.4.1. 選択肢群が同一な場合	…29
3.4.2. 選択肢集合を整理した場合	…29
3.4.3. 選択肢集合を混雑度によって選抜した場合	…31
3.4.4. 個人属性と利用状況によって選択肢群を選抜した場合	…31
3.4.5. 個人属性によって利用者を分類した場合	…32
3.5.まとめ	…33
4 トレーニングマシン配置評価指標の提案	…35

4.1.トレーニングマシン配置指標の概要	…35
4.2.トレーニングマシン配置案の提案とその評価	…35
4.2.1. トレーニングマシン配置変えのルール	…36
4.2.2. 現状のトレーニングジム配置の便益算出	…37
4.2.3. 同じタイプのマシンをまとめて配置した場合	…37
4.2.4. 初心者用のトレーニングマシンを集中的に配置した場合	…38
4.3.まとめ	…40
5 結論	…41
5.1.本研究の主な結論	…41
5.2.課題と今後の展望	…42

参考文献

謝辞

巻末資料

アンケート調査用紙

1 序論

1.1. 研究の背景

人々は商店、博物館、図書館など様々な建物内において、目的に応じた空間の移動や物資の選択を行っている。人々の行動は一見無秩序にも見えるが、たとえば図書館においては読みたい図書を探したり、勉強をするための机を選択したり、ゆっくりとくつろぐためのスペースで本を読んだりという行動を選択している。また、商店においては、目当ての品物を探したり、何か面白いものがないかと歩きまわったり、店員さんとおしゃべりをするために話し相手を探したりという行動を取るであろう。つまり、人々はどの建物にいたとしても、個々人の目的にそってある程度合理的に行動していると言することができる。そこで重要になるのが建物のデザインや建物内部の空間構造、空間構成である。商店や図書館などの空間はある程度限られた目的を持った人々が集まる場所であり、よってそのような場所に来る人々の行動にはある種の特性が見られる。これまで建物内における人々の行動に関する研究は数多く行われているが、人間行動というものは非常に複雑であり、単純に捉えることのできない現象である。しかし、建物内における人々の行動特性を探り、行動を把握する方法論を確立し、各施設を利用する人々にとってより利用しやすい、あるいは望ましい建物の空間構造や物資の空間配置を提案することは非常に重要であると考えられる。

1.2. 既存研究

人々の行動という観点から、空間の評価、人間行動の特徴抽出、空間配置の提案などを行っている既存研究を以下にレビューしてみた。以下において、既存研究について分類を試み、問題点をまとめた。

1.2.1. 大規模空間における人々の行動要因分析を行った研究例

小野田ほか(2003)は、大規模公共空間においてビデオカメラ観測による人々の行動データから画像処理を行うことによって、人々の動き分布を捉える方法論を提案するとともに、時間と共に人々の動き分布がどのように推移してゆくのかを明らかにしている。また、滞留という現象について、空間内のどのような要素が滞留を発生させる原因となっているのかを論じている。

高瀬ほか(1997)は商業空間において、店舗内の客動線を観察・記録し行動パターンを把握し、店舗内における人々の行動を記述する方法論を提案した。特に wayfinding に着目

し、商業空間における人々の wayfinding を記述するための動作コードと探索行動パターンを記述した。

徐、西出（2003）は、美術館の展示空間において、人々の展示物の見学行動を観察し、人々の経路選択に影響を与える要因について論じ、行動パターン分類を行っている。

Dogu and Erkip（2000）は、大規模ショッピングモールにおいて、来店者の追跡調査を実施することによって、空間構成、可視性、循環システム、サインなどの要素が利用者の wayfinding に与える影響について述べている。

また、舟橋（1991）は、実験を行い、不慣れな建物内通路における空間把握と経路選択の特徴についてまとめている。

1.2.2. マーケティング関連の研究例

Frank and Massy（1970）は、日用雑貨の購買データを用いて、商品棚の垂直的な位置、ブランド、商品の大きさなどの要因について統計的な分析を行い、それぞれの要因が購買行動に与える影響について論じている。また阿部（2003）は、店舗内、店舗外の両方を含めた消費者の購買行動をモデル化する方法論について、非集計データを利用するための複数の数理モデルを提案している。

1.2.3. 商品の最適配置に関する研究例

中山（2003）は、小売業の POS データを用いて、顧客の購買行動を商品の種類によって明らかにし、そこから店舗内の商品配置案の提案を行っている。しかし、使用したデータは、店舗名や所在地が明らかにされておらず、売場配置案を作成してはいるが、その具体性に欠けるという点で実用性が低い。

また、荒川（1990）は、小売店舗内における消費者の購買行動モデルを仮定した上で店舗内における消費者の購買行動を分析し、消費者にとっての商品最適配置を提案する研究を行っている。しかし、最適配置を提案するための条件を提案するにとどまっており、具体的な最適配置案の提案までには至っていない。

1.2.4. 人間行動のモデル化に関する研究例

Bian(2004)は、人々の行動をグラフ理論と時間地理学における時空間パスを用いて表現する概念的なモデルを提案し、インフルエンザの時空間的な伝播の推移を論じている。また、Wentz *et al.*（2003）は、動物に GPS を取り付け、その動物の行動パターンや生態系

の把握をGPSから得られる位置情報によって推定を行っている。そして、Miller (2003) は、時間地理学の概念を応用した人間行動のモデル化についての提案を行っている。これらの研究においては、実際に理論を実証するための十分なデータが得られにくいことから、概念的なモデルあるいは提案にとどまっている。また、対象としている空間が都市全体や大規模な森林といった比較的広範囲な空間なので、捉えるべき人間行動の種類が多様であり、複雑であるため、有効なモデルというものがいまだ提案されていない。

1.3. 既存研究の問題点

以上、既存研究のレビューを行ったが、以上の研究では、新たな空間構成を提案する上ではいくつかの問題点が存在する。

まず、行動要因分析やマーケティングにおける研究では、実験や観察に基づいて購買行動のパターンや特徴を明らかにするのみの定性的な研究に重点が置かれており、その行動パターンを用いて商品構成の評価や新たな空間配置の提案を定量的な指標を用いて分析するような研究は非常に少ない。この理由としては、対象としている空間が主に大規模空間であることが挙げられる。研究の対象とする空間単位が大きくなればなるほど人々の行動目的が多様化し、結果として人々の選択肢が無数に存在するために行動のモデル化が困難になるということが考えられる。

そして、施設内での人々の行動時間が個人によってかなり異なるので、質のよいデータが得られにくいという問題点、混雑の度合いによって人々の行動が変化する可能性が高いために行動要因が見えにくくなる問題点、が挙げられる。実際に、上に挙げた研究においては被験者の数が20から30と比較的少ない。また、被験者を学生のみというように限定する場合も少なくないため、サンプルを恣意的に選んでしまっているという現実もある。人々の施設内における行動データ収集は非常に時間のかかる作業であり、かつ信頼性の高いデータを取得することは非常に困難を伴うということがいえる。

店舗内の売場配置を提案している研究においては、顧客の購買パターンを把握した上で、売場構成の提案を行っているが、実際の売場の商品配置との比較や売場配置の設計上の制約を考慮しておらず、理論的なモデルの提案にとどまっている。顧客データというものはプライバシーの問題と関わっており、そのデータ自体が取得困難であるということで、これら理論的なモデルを実証するための場が不足していることが、この種の研究の発展を妨げていると考えられる。

1.4. 研究目的

既存研究において、建物内における人々の行動要因については種々の研究成果が存在する一方で、その成果を用いて新たな空間構成の提案を行うための方法論についてはまだ十分検討されていないのが現状である。そこで、本研究では施設内における人々の回遊行動をモデル化する方法論を提案し、さらにその行動モデルを用いて新たな空間配置の提案をする方法論を提案することを試みる。これまで困難であった建物内における個人行動データの収集方法を提案すると共に、行動パターンのモデル化、空間配置案を定量的な指標を用いて提案する。

1.5. 研究対象

建物内における人々の行動分析を行うためには、その調査対象地域の選定が最も重要な要素の一つである。既存研究にみられるような大規模空間を対象としてしまうと、サンプルを収集することが困難さや行動目的の多様さという問題点があり、信頼できるサンプルを収集することは非常に困難である。

本研究における調査対象としては、トレーニングジムにおける利用者の回遊行動を選択した。トレーニングジムにおける人々の回遊行動把握は、以下の点において既存研究における問題点を克服し、行動モデル構築に適した場であると言える。

- ・ トレーニングジムにおいては、人々の行動目的がトレーニングという単一のものに統一されているので、単一の目的に対する人々の行動パターンを抽出しやすい。
- ・ 利用時間が比較的長いので、信頼性の高いデータを得ることができる。
- ・ トレーニングメニューに沿ってトレーニングを行う人が多いので、混雑した場合であってもそれほど施設の選択行動に影響を与えない。

以上の理由により、トレーニングジムはトレーニングという単一の目的のための行動分析を描き出すことが可能な空間であり、多様すぎる行動目的の把握による不十分な行動要因抽出を克服できる。また、比較的空間的な広さが狭い空間内での行動を扱うので、サンプルデータの取得困難さやデータの信頼性の低さという従来の研究における問題を克服できる。以上の点から、トレーニングジムという空間において人々のマシン選択巡回行動を分析することの意味は大きいと考えている。トレーニングジムにおける回遊行動については第2章で詳しく述べることとする。

1.6. 研究の構成

まず、2章にて研究対象や使用するデータ、調査方法、調査結果について述べる。次に3章にて、取得したデータを用いた施設内における人々の行動をモデル化する方法論について述べる。そして、4章においては、3章において提案した行動モデルを用いた空間配置の提案を行う方法論について述べる。

2. トレーニングジムにおける利用者行動

2.1. トレーニングジムにおける利用者の回遊行動

本研究では、トレーニングジムにおける利用者のトレーニングマシン選択行動を定量的にモデル化し、そのモデルを用いてトレーニングマシンのより良い配置案を提案することを目的としている。そこで、まず現地調査を行いトレーニングジムにおける人々の行動データを取得し、取得したデータを分析することによって行動モデルを確立する。そして、その結果得られたトレーニングマシン選択行動モデルをもとに、利用者にとってより利用しやすいトレーニングマシンの配置案を提案することを試みる。

2.1.1. フィットネスクラブという空間

フィットネスクラブという空間は、トレーニングジムスペースをはじめ、エアロビクスやダンスなど各種体操を行うための比較的大きな広がりを持ったスタジオと呼ばれるスペース、プール、ゴルフの打ちっぱなし用スペース、エステティック・マッサージルーム、トレーニングカウンセリングスペース、サウナ、シャワールームなど、非常に多くの機能を兼ね備えた施設である。フィットネスクラブを運営する側も、単に施設を提供するだけでなく、各種サービスを行っている。たとえば、利用者個々人に適当なトレーニング計画作成やトレーニングのためのカウンセリング、スタジオで行われるエアロビクスやダンス、ヨガ、太極拳などの約 20 分から 45 分ほどの長さで行われる各種プログラム、プールにて行われる水中体操プログラム、トレーニングだけでなく食事や栄養などといった観点から利用者のトレーニングをサポートするプログラムなどが挙げられる。

2.1.2. フィットネスクラブにおける人々の行動

フィットネスクラブの利用者はそれぞれの目的に応じて施設を選択し、活動をしている。たとえばトレーニングや運動を行ったり、マッサージスペース、リラクスペース、お風呂、サウナなどを利用することでリラックスしたり癒し効果を得たりしている。フィットネスクラブはほとんどが会員制を採用しており、会員の種類によって利用可能な時間帯や受けられるサービスが異なる場合が多い。

フィットネスクラブ内における利用者の行動は非常に多岐にわたっている。すでに述べたように、フィットネスクラブはその施設自体が様々な機能を併せ持った複合的な施設であるからである。ある人はトレーニングジムを利用した後にプールを利用するだろうし、

ある人はスタジオにおけるエアロビクスのみを利用する。また、ある人はお風呂やサウナのみを利用しているし、マッサージに通うだけの人もいると考えられる。

このように、フィットネスクラブにおける利用者の行動は非常に多様である。その行動は、

- ・ フィットネスクラブ内に存在する各施設の選択行動
- ・ 各施設内における選択行動

の二つに大別される。前者はトレーニングジム、プール、スタジオなどの各施設を選択する行動である。この行動については、利用者がフィットネスクラブに来る前にあらかじめの日に利用する施設を決めている場合が多く、フィットネスクラブにおける各施設の選択はモデル化をするまでもなく利用者の利用目的によって一意に決まる場合が多い。複数の施設を利用する利用者もいるが、フィットネスクラブにおいては一つの施設に滞在する時間が長いため、複数の施設を利用するとしても、それほど選択をするという行動自体は多くない。

一方、各施設内における行動においては、施設自体の選択行動とはかなり異なる性質を有している。たとえば、プールにおいては、個人的に泳ぐのか、水中エクササイズプログラムを選択するか、あるいはジャグジー付の浅いプールに入っているのか、といういくつかの選択肢が考えられる。また、ゴルフの打ちっぱなしスペースでは、複数ある打ちっぱなしブースからどのブースを選択するのかという選択行動が考えられる。そして、スタジオにおけるエクササイズには様々な種類のものがあり、どのエクササイズプログラムを選択するのかという選択行動も考えられる。

しかし、上記の施設内における行動は、それほど多岐にわたっているわけではない。たとえば、プールにおいては行動の種類としては、泳ぐ、エクササイズ、ジャグジー付プールに入る、プールサイドで休憩をする、の4つであり、プールにおける行動は利用者の利用目的によってほぼ一意に決定されていると言ってよい。また、ゴルフの打ちっぱなしブースを選択すると言っても、打ちっぱなしブースは全て同じ形をしており、ブース間の距離は一定なので、打ちっぱなしスペースの選択行動においては、複雑な行動要因が関連しているとは考えにくい。そして、スタジオにおけるエクササイズプログラム選択については、時間によって行われる各種エクササイズが異なっており、かつフィットネスクラブから会員あてに毎月のエクササイズプログラムのスケジュール表が配布されているので、利

用者は利用したいエクササイズプログラムの時間に合わせてスタジオに入るという特徴が見られる。よって、施設自体の選択同様に、エクササイズプログラムの選択行動も利用者がフィットネスクラブに来店する前に決定していることが非常に多いので、選択行動はフィットネスクラブ外で行われていることになる。

2.1.3. トレーニングジムにおける行動

フィットネスクラブにおいて、最も選択行動が複雑な行動は、トレーニングジムにおける行動である。その他の施設内における行動選択の種類が少ないのに対し、トレーニングジム内においては、トレーニングの目的、利用者の体力、利用時間などの応じて非常に多くのトレーニングマシンの中からいくつかを選択しトレーニングを行うので、利用者個人でその選択行動は全く異なる。また、年齢やトレーニングマシンについての知識、トレーニングをする目的によって利用可能なマシンや積極的に利用するマシンの種類が変わってくるのが予想され、その選択行動に傾向が見られると考えた。

2.2 トレーニングマシン選択行動の調査

以上のことから、本研究においては、フィットネスクラブ内に存在するトレーニングジムスペースにおける利用者のトレーニングマシン選択行動に着目し、その行動をモデル化する方法論を提案する。

本研究では、まず、利用者のトレーニングジムにおけるトレーニングマシン選択行動を観察し、実際に利用者がどのマシンをどの順番で使用しているのかについて調査を行う。また、同時に観察を行った利用者に対してアンケート調査を実施し、利用者の個人属性についての情報を収集する。

これら調査で得た情報をもとに利用者のトレーニングマシン選択に影響を及ぼす要因を推定する。この作業は収集したデータを集計あるいは可視化し、目視によって行動特性を抽出することを試みる。

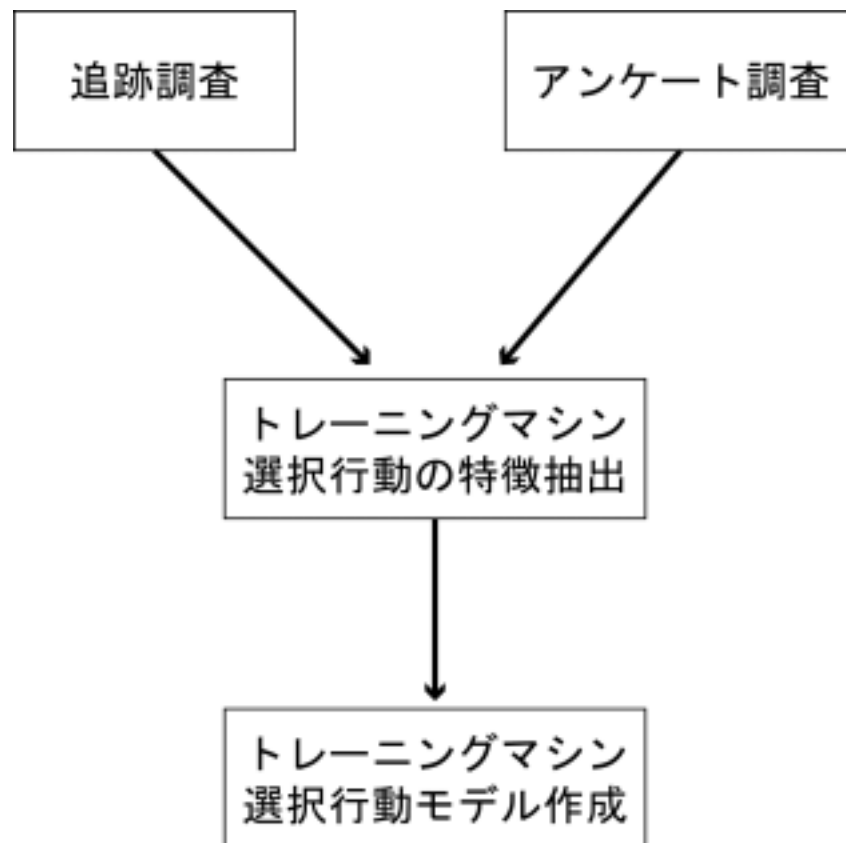


図 1. トレーニングマシン選択行動モデル作成の手順

調査は 2004 年 7 月 31 日～8 月 10 日の期間、都内のトレーニングジムにおいて、アンケート調査および追跡調査を行った。以下に、調査対象地域、それぞれの調査の概要について述べる。

2.2.1. 調査対象地域

調査対象区域は図 2 のとおりである。フィットネスクラブの中にあるトレーニングマシンが配置されているスペースのみを調査対象地域とし、調査を行った。

まずは、トレーニングジムの空間構成を把握するため、トレーニングジム内におけるトレーニングマシンの数、種類、各マシンによって鍛えられる体の部位、マシンを使用した際に利用者から視野に入る他のトレーニングマシンの種類を記録した。

出入口は一つであり、トレーニングマシンが全 38 台、ダンベルやバーベルを用いてトレーニングする機械あるいは台が全部で 7 つ、マッサージをする機械が 2 台、そしてストレッチスペースがある。利用者が選択できるトレーニングマシン及びその他の機械は全部で 48 種類ある。トレーニングマシンは、鍛えられる体の部位ごとに「肩・胸」₁、「背中」₁、「お

腹」、「腰」、「脚」というカテゴリーに分けられて配置されており、天井からそのカテゴリーを示す看板がつけられているので、利用者にとってはどの部分を鍛えられるものなのかが比較的わかりやすくなっている。

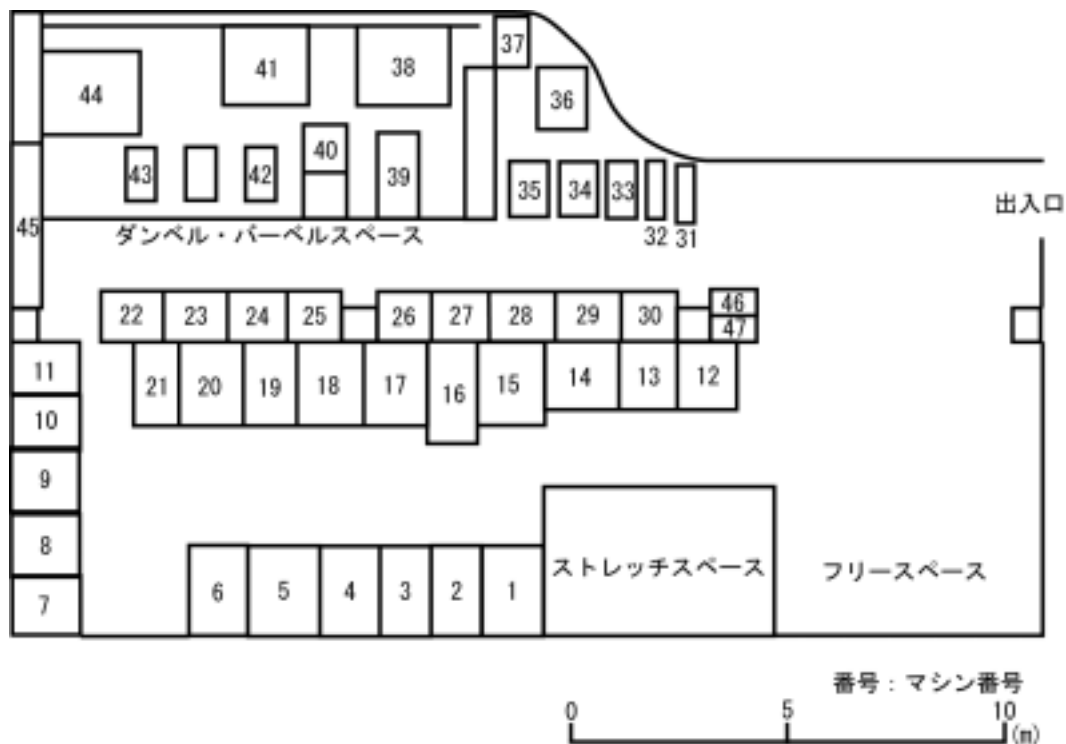


図 2.トレーニングジム概観

また、各マシンにはその種類ごとに番号がつけられており、利用者が計画的にトレーニングをするために用いるトレーニング記録カードを記入する際に役立てられている。さらに各マシンには、使用方法と主に鍛えられる筋肉の部位についての説明が備え付けられており、利用者はその説明を読むことによってマシンの使用方法およびトレーニングによって得られる効果について学ぶことが可能である。

2.2.2. フィットネスクラブ利用者の特徴とフィットネスクラブ側の取り組み

フィットネスクラブを運営している方への聞き取り調査を行った。それによると、今回研究対象とするフィットネスクラブの利用者のうち 3 割強は年齢が 60 代以上の方であり、2001 年の開業以来からの利用者が約半数を占めている。利用時間帯は、午前中から午後の早い時間に 60 代以上の利用者が多く来店し、夕方から夜にかけては 20 代、30 代の利用者

が比較的多く利用する。利用者の中にはこのフィットネスクラブが開店した当初から利用している利用者が比較的多く、その多くは60代以上の利用者である。

初心者へのトレーニングマシン利用方法については、利用者の要望を聞いた上で3,4種類のトレーニングマシンの使用方法を指導する体制を取っており、全てのトレーニングマシンの使用方法を指導しているわけではない。また、指導するトレーニングマシンは初心者用のものに限っており、その後は利用者からの要望があった場合のみ、インストラクターが使用方法を個別に指導するという体制を採用している。

なお、トレーニングマシンの配置は2001年の開業以来一度も変更を行っておらず、どのトレーニングマシンがどの程度需要があるのかについてははっきりと把握されてはいないとのことであった。

2.2.3. アンケート調査

トレーニングジムを利用する人々に対し、アンケート調査を行った。アンケート用紙の概要は巻末資料を参照されたい。アンケート調査はトレーニングマシンがあるスペースに入ってくる利用者を対象に、以下の項目についてたずねた。

- ・ 性別
- ・ 年齢
- ・ フィットネスクラブに入会してからの期間
- ・ 利用頻度
- ・ 主な利用時間帯
- ・ トレーニングジムの利用目的
- ・ 集中的にトレーニングした体の部位

これらの項目についてそれぞれ回答をしていただいた。なお、回答していただく際には、アンケート用紙を調査員が提示し、質問を読みあげ、回答者が答えた項目について調査員が記録するという方式を採用した。

2.2.4. 追跡調査

アンケートに回答していただいた利用者に許可をいただき、利用者のトレーニングマシン選択行動を観察し、記録をする追跡調査を行った。観察時間は利用者が出入口から入っ

てきてから出てゆくまでの時間とした。追跡調査においては以下の項目についてデータを収集した。

- ・ 利用者が移動をした際の動線
- ・ 使用したマシン番号
- ・ 利用者がマシンを選択した時点で他の利用者によって使用されているマシン番号

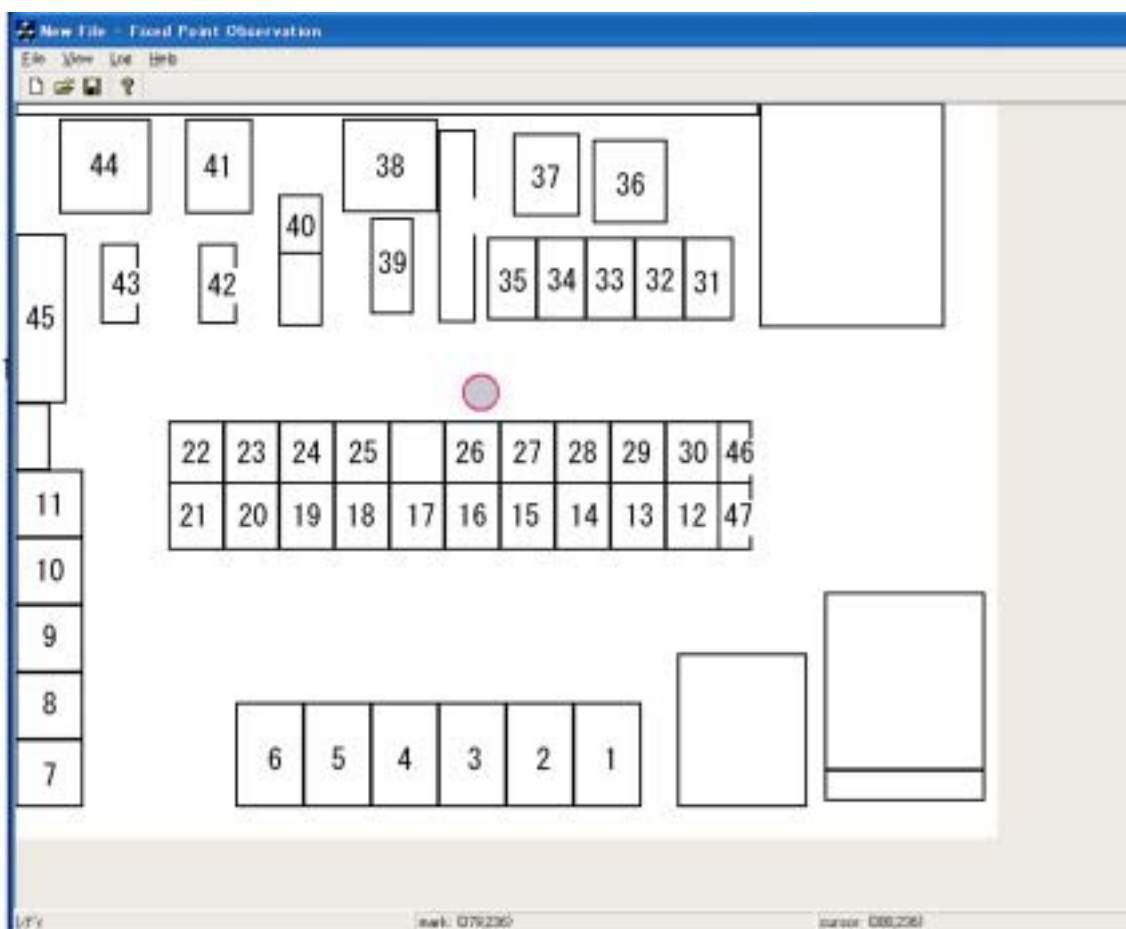


図 3.コンピューターによる利用者動線データ取得

これらを毎回のトレーニングマシン選択行動について記録を行った。記録方法としては、コンピューターによる記録を行った。スクリーンに映し出される調査対象地域上にてカーソルを手動で動かすことによって、利用者の動線を記録することとした(図 3 参照)。なお、動線データは 2 秒ごとにカーソルの位置座標が抽出されるようになっており、時空間デー

タとなっている。

2.3. 調査結果

各調査を行った結果、得られた知見について以下に述べる。

2.3.1. アンケート調査結果

アンケート調査の結果得られたサンプル数は全部で 216 であった。調査日と日ごとのサンプル収集数は以下の表 1 のとおりである。なお、追跡調査の結果より、アンケート集計結果にマシン使用数の平均、一つ前に選択したマシンから視野に入っているマシンに移動した確率、トレーニングジムでの滞在時間、全動線長の平均値を算出した。以下においてアンケートの項目別にトレーニングジムの利用者についての特徴を述べる。

2.3.1.1. 性別による集計結果

表 1.性別によるサンプルの集計結果

性別	サンプル数	マシン使用数の 平均値	視野に入っている マシンに移動した 確率 (%)	滞在時間の 平均値 (秒)	動線長の平均 (m)
男性	130	6.80	0.53	1899.43	118.17
女性	86	4.91	0.51	1329.95	77.33

全 216 サンプルにおいて、男性が 130 人、女性が 86 人であった (表 1 参照)。一人当たりのマシン使用数は男性の方が女性に比べて多いことが明らかになり、それに比例して滞在時間の平均値も男性のほうが長くなっている。動線の長さも男性のほうが大きい値が出ており、男性のほうがよく動いていることがわかる。

2.3.1.2. 年齢による集計結果

表 2.年齢によるサンプルの集計結果

年齢	サンプル数	マシン使用数の平均値	視野に入っているマシンに移動した確率 (%)	滞在時間の平均値 (秒)	動線長の平均 (m)
10代	5	3.40	0.29	1556.00	72.53
20代	46	6.76	0.45	1467.78	104.83
30代	52	6.40	0.47	1985.83	116.51
40代	36	5.97	0.55	1967.94	127.09
50代	36	5.69	0.54	1315.03	75.38
60代	40	5.88	0.60	1608.00	84.40
10代と20代	51	6.43	0.44	1511.89	88.68
30代と40代	88	6.23	0.50	1976.88	121.80
50代と60代	76	5.79	0.57	1461.51	79.89

年齢別のサンプル数（表 2 参照）を見てみると、20代のサンプル数が46で全体に占める割合が21.3%、30代のサンプル数が52で全体に占める割合が24.1%と高い割合になっている。これは、調査を行ったフィットネスクラブの利用者の中で年齢が60代以上の利用者が3割を超えていることを考慮すると、非常にバランスのよいサンプル収集ができたことを意味している。

一人当たりのマシン使用数は、10代のサンプルが少ないので評価ができないが、20代と30代の利用者のほうがそれ以外の年齢の利用者に比べて多くマシンを利用する傾向にあることがわかる。

一つ前に選択したマシンから視野に入っているマシンに移動した確率を見ると、年齢が高くなるにつれて、利用者自身の視野に入っているマシンを利用することが多くなることがわかる。同時に動線の長さの平均値を見ると年齢が高くなるほど動線の長さは短くなっている傾向があることから、年齢が高くなるとより近くにあるトレーニングマシン

を選択する可能性が考えられる。

滞在時間の平均値を見ると 30 代、40 代の利用者が比較的長く滞在していることがわかる。動線の長さも男性のほうが大きい値が出ており、男性のほうがよく動いていることがわかる。

2.3.1.3. 入会してからの期間による集計結果

表 3.入会してからの期間によるサンプルの集計結果

入会してからの期間	サンプル数	マシン使用数の平均値	見えるマシンに移動した確率 (%)	滞在時間の平均値 (秒)	動線長の平均値
1ヶ月未満	14	4.79	0.34	1301.08	84.00
1～3ヶ月	23	6.22	0.41	1501.05	108.43
3～6ヶ月	21	6.48	0.48	1387.52	101.62
6ヶ月～1年	21	6.00	0.50	1546.11	118.97
1年～1年半	15	5.47	0.56	1555.33	84.94
1年半～2年	13	7.77	0.40	1735.80	134.24
2年以上	108	5.28	0.59	1851.83	99.73
1年以下	80	5.90	0.44	1433.94	103.25
2年以上	108	5.28	0.59	1851.83	99.73

また、入会してからの期間別（表 3 参照）に見てみると、調査対象としたフィットネスクラブへ入会してから 2 年以上経過している利用者がちょうど全体の半数を占めており、結果的にトレーニングジムの概観について知識をある程度持っている利用者が非常に多いことが明らかになった。

サンプルに偏りがあったため、入会してから 1 年以下の利用者と 2 年以上の利用者のデータを集計した。その結果、一人当たりのマシン使用数は、経験の少ない利用者のほうが平均的には多いということが明らかになった。

また、一つ前に選択したマシンから視野に入っているマシンに移動した確率を見ると、

経験の浅い利用者よりも経験の豊富な経験者のほうが、利用者自身の視野に入っているマシンを利用する傾向にあることがわかる。調査前の予想では、経験豊富な利用者はトレーニングジムの空間構成やトレーニングマシンの配置について十分な知識を持っているため、視野に入っていないマシンへの移動が多いのではないかと考えていたのだが、意外な結果が得られた。

なお、滞在時間の平均値は経験豊富な利用者のほうが大きな値になっている。これは、経験豊富な利用者の中には、バーベルやダンベルによるトレーニングを反復して行う利用者が比較的多いことが滞在時間を長くしているからであると考えられる。

2.3.1.4. 来店時間帯による集計結果

表 4.来店時間帯によるサンプルの集計結果

利用時間帯	サンプル数	マシン使用数の平均値	見えるマシンに移動した確率 (%)	滞在時間の平均値 (秒)	動線長の平均値 (m)
10 時 ~ 12 時	37	5.19	0.53	1635.25	94.68
12 時 ~ 3 時	66	4.71	0.54	1494.66	92.11
3 時 ~ 6 時	53	5.25	0.55	1820.19	114.40
6 時 ~ 9 時	76	6.22	0.47	1793.01	104.15
9 時以降	20	4.35	0.44	1552.55	79.62

来店時間帯別に見ると、一人当たりのマシン使用数に傾向は見られないが、一つ前に選択したマシンから視野に入っているマシンに移動した確率を見ると、午後 6 時以降に来る利用者はそれ以前の時間帯に利用する利用者比べて、視野に入っているトレーニングマシンに移動する確率が低いことがわかる。

また、滞在時間の平均値にはかなりの変動が見られる。最も長く滞在するのは午後 3 時頃から午後 9 時頃までの利用者であることが明らかになった。動線の長さは滞在時間と同じく午前中よりも午後 3 時頃から午後 9 時頃の利用者が最も長く移動するということが見てとれる。

時間帯によって差が出るのは、時間帯によって利用者の特性が異なることを示している。今回調査対象としたフィットネスクラブでは、平日の午前中に主に 60 代以上の利用者が利

用することが多く、午後 6 時以降に 20 代、30 代の利用者が多くなるという傾向があり、その傾向がデータ集計にも如実に表われていることがわかる。

2.3.1.5. トレーニング目的とトレーニングマシン選択

表 5. トレーニングの目的別のデータ集計結果

目的	サンプル数	マシン使用数の平均値	見えるマシンに移動した確率 (%)	滞在時間の平均値(秒)	動線長の平均値
筋力アップ	68	6.96	52.01	1967.60	123.35
体力増進	94	6.44	53.88	1570.25	94.65
シェイプアップ	71	5.00	50.70	1503.12	91.29
機能改善	34	4.62	57.32	1724.90	92.05
健康維持	13	4.38	56.14	1074.92	70.84

トレーニングの目的については複数回答としたため、重複して集計してしまっているが、注目すべき点は、筋力アップを目的としてトレーニングしている利用者の平均マシン使用数、滞在時間、動線長が他の利用者と比べて高い値となっている。これは、筋力アップを目的としている利用者がダンベルやバーベルなど、ある程度のトレーニングの知識が必要とされるトレーニング器具を比較的長時間にわたって、しかも同じトレーニング器具を反復して使用する傾向にあるからである。このタイプのトレーニングを行うのは男性が圧倒的に多いことが後に述べる追跡調査の結果からも明らかになっている。

2.3.2. 追跡調査結果

追跡調査において記録を行った動線を可視化し(図 4 参照) 時間とともにどのように利用者が移動をしているのかを視覚的に把握できるようにデータ処理を行った。その結果、利用者の移動がいくつかのパターンに分類できることが明らかになった。以下でその移動パターンについて述べる。

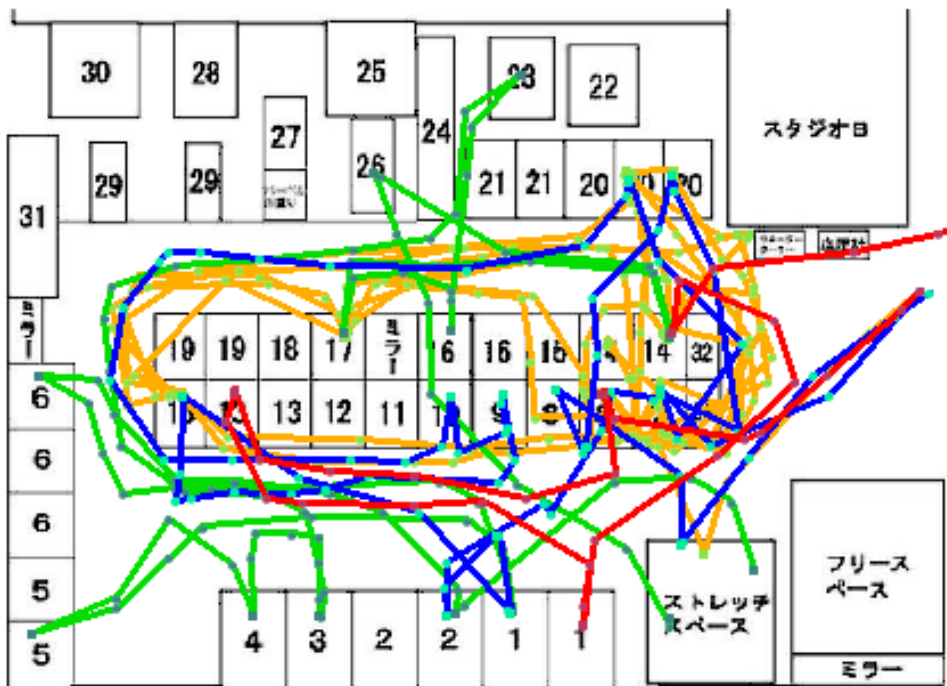


図 4.動線データの可視化

2.3.2.1. 1周回遊行動パターン

出入口から入ってきて、トレーニングジム内を1周する間に使用したいマシンを全て利用するタイプの行動パターンである(図5参照)。このタイプの行動を取る利用者は、入会してから期間が長い利用者に多く見られる。また、初心者の一部においてもこの行動はみられることが明らかになった。比較的動線の長さが短く、最短距離で行動することができるのがこのタイプの行動パターンの特徴である。

この行動パターンからは、利用者の中には比較的近くにあるマシンを選択する人々がいるということがわかる。よって、一つ前に選択したマシンから次に選択するマシンまでの距離という指標がトレーニングマシン選択行動にとって重要である可能性が考えられる。



図 5.1 周回遊型パターン

2.3.2.2. 複数周回行動パターン

複数周回トレーニングジム内を移動しながらトレーニングマシンを利用するタイプの行動パターンである（図6参照）。このタイプの利用者は初心者非常に多く見られ、一部の経験豊富な利用者にも見られる行動パターンである。このタイプの利用者にとっては毎回のトレーニングマシン選択までの距離が比較的長いことが明らかになっている。

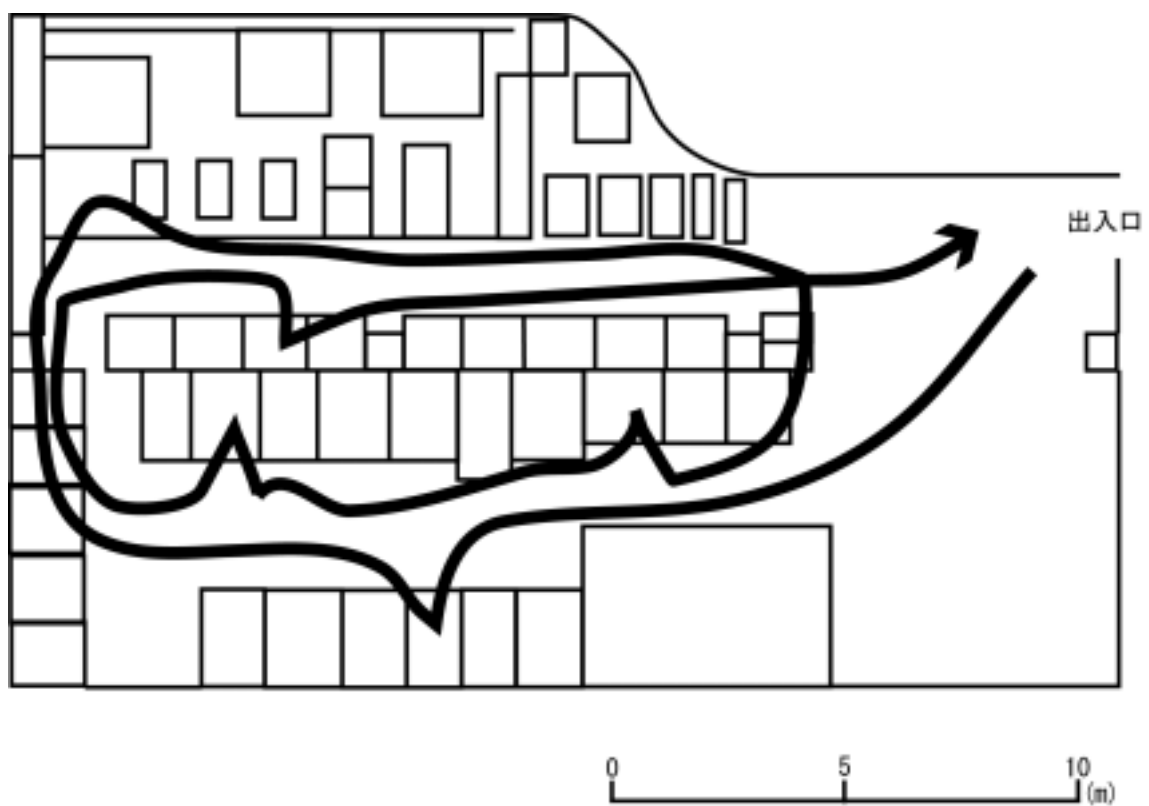


図6.複数周回遊型パターン

2.3.2.3. ダンベル・バーベル集中型行動パターン

ダンベルやバーベルを利用してトレーニングをするスペースを主に利用し、付屬的にその他のトレーニングマシンを利用する行動パターンである(図7参照)。入会してからの期間が長い男性に多い行動パターンである。ほとんどの時間を1つ、あるいは2つのダンベル、バーベル用機械でトレーニングを行っており、その他のマシンについても利用するマシンがあらかじめ決定されている場合が多く、反復して2,3種類のマシンを利用する場合が非常に多い。つまり、同じマシンを反復して使用する利用者とそうでない利用者があることがわかり、マシン使用の反復性という指標もトレーニングマシン選択行動にとって重要な要素である可能性があることがわかる。

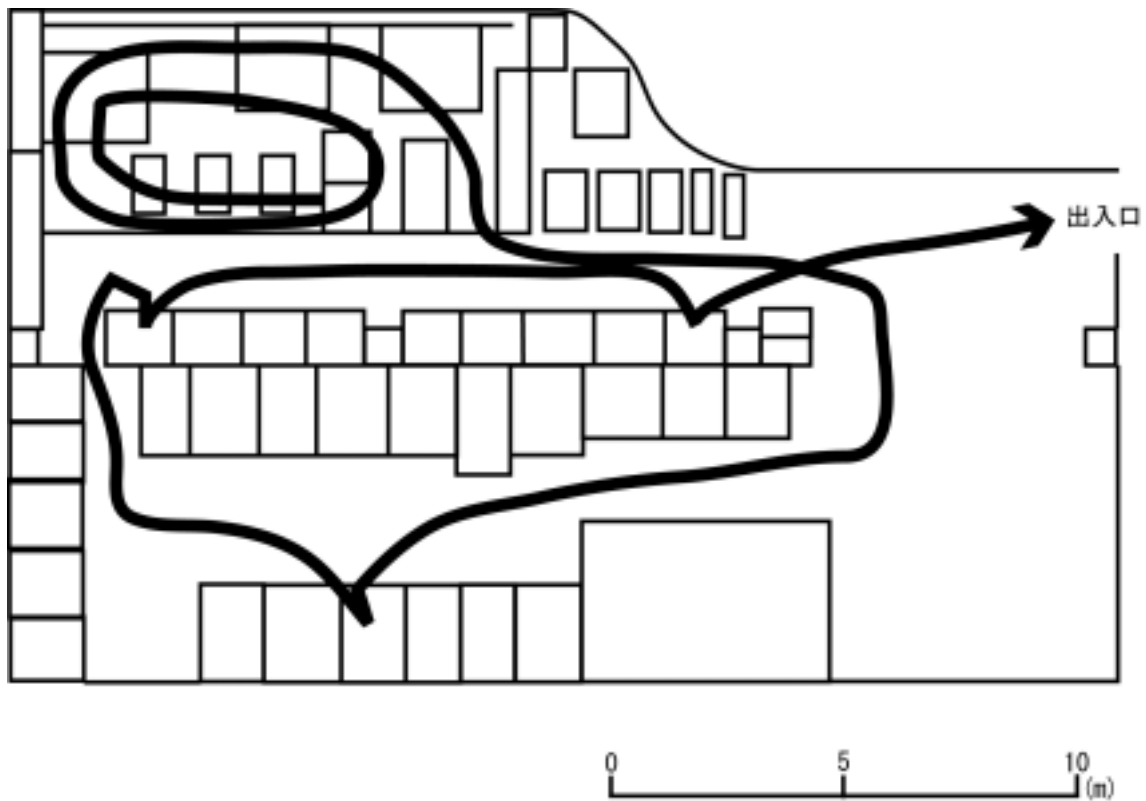


図7.ダンベル・バーベル集中型行動パターン

2.3.2.4. 交互循環行動パターン

1回ごとマシン選択までの移動距離が比較的長い行動パターンである（図8参照）。入会してからの間には関係なしにみられる行動パターンである。初心者の場合は、どのようなマシンがどこにあるのかわからないため、また経験豊富な利用者は自己の綿密なトレーニング計画に基づいてトレーニングを行うために、場合によってはこのような行動パターンが生まれていると考えられる。

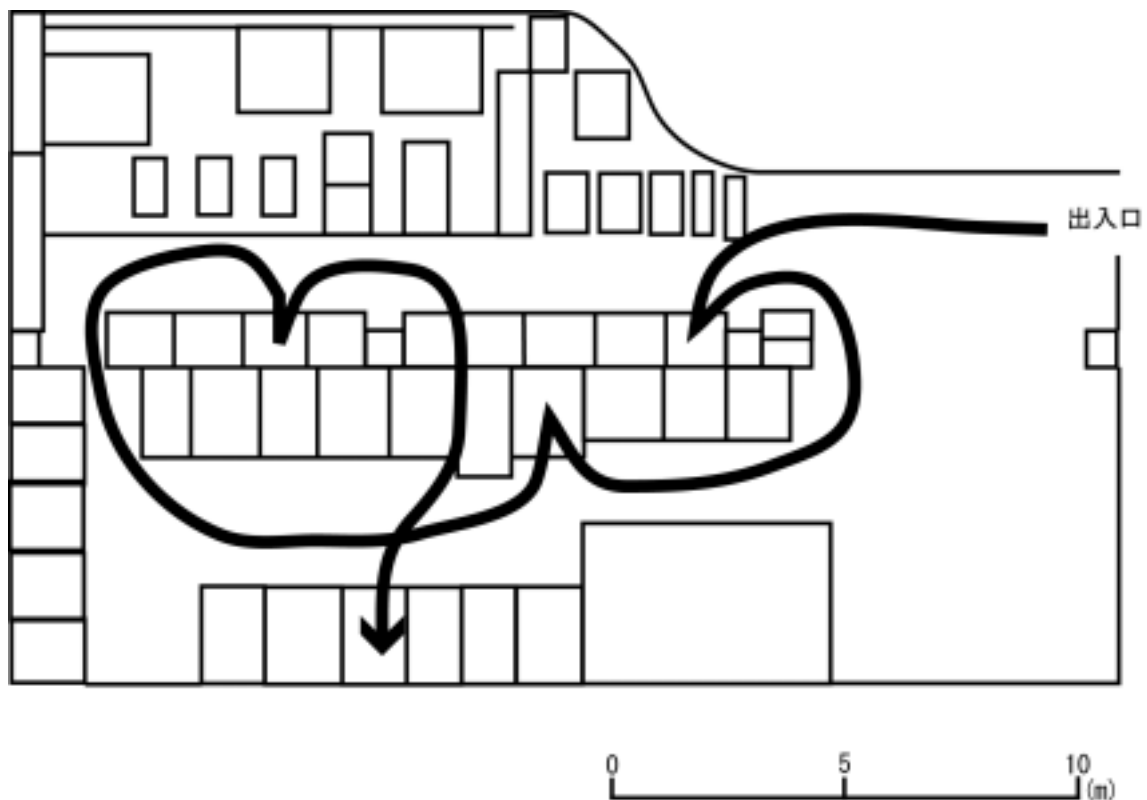


図8.交互循環行動パターン

2.4. まとめ

以上が現地調査およびアンケート調査によって明らかになった事実である。アンケート調査と詳細な行動データを併用し記録することによって、個人属性と行動との関連を明らかにすることができた。集計結果と可視化された行動データによって得られた知見をもとに、次章においてトレーニングジムにおける利用者のトレーニングマシン選択行動モデルを提案する。

3 トレーニングマシン選択行動モデルの構築

2章で説明をした、トレーニングジムにおける利用者の行動データを用いて、トレーニングマシン選択行動に影響を与える要因について仮説をたて、その仮説に基づいて利用者のトレーニングマシン選択行動モデルを確立する。以下にその概要を述べる。

3.1. トレーニングマシン選択行動モデルの概要

本研究においては、利用者がトレーニングマシンを選択する行動を説明するモデルの構築を目指すのであるが、現地調査で収集した連続的な利用者の行動をそのままモデル化することは非常に困難である。そこで、トレーニングマシンに焦点を当て、利用者が現在使用しているトレーニングマシンから、次にどのトレーニングマシンを選択するのか予測するための離散的な選択モデルを構築することを試みる。

3.2. ロジットモデルの採用

本研究では、離散型の選択モデルとして、ロジットモデルを採用する。ロジットモデルは主に交通需要計画における非集計分析に用いられる分析手法である。今回のトレーニングマシン選択行動においては、トレーニングマシンの選択が個人属性やトレーニングジムの空間的な要因によって規定され、その中で利用者が個々人の目的に応じたトレーニングマシンの選択を行っていると考えられ、トレーニングマシン選択行動をモデル化する際にロジットモデルを採用することが適当であると判断した。トレーニングマシン選択行動モデルは次のように定義される。

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\sum_j \exp(V_j)}$$

$$V_i = \beta_1 d_i + \beta_2 e_i + \beta_3 a_i + \beta_4 s_i + \beta_5 v_i + \beta_6 r_i + \beta_7 b_i + \beta_8 c_i + \varepsilon$$

P_i : マシン*i*を選択する確率

V_i : マシン*i*の効用

d_i : マシン*i*までの距離

e_i : 入り口からマシン*i*までの距離

a_i : マシン*i*の隔度

s_i : 選択前に使用しているマシンの隔度

v_i : マシン*i*の可視性

r_i : マシン*i*を使用した回数

b_i : マシンの難易度

c_i : 利用者の位置から視野に入っているマシンのうち、
他の利用者によって利されている割合

e : 定数項

$\beta_1 \sim \beta_8$: 推定すべきパラメータ

ロジットモデルにおいては、選択対象に対する効用である V_i の値によって選択対象への選択確率が決定される。本研究においては各トレーニングマシンを選択肢群と設定する。また、各トレーニングマシンの選択に対して利用者が考慮すると仮定できる要素や、トレーニングジム内のマシンの配置などの空間的な指標によって、トレーニングマシンの効用が決定されるとし、

- ・ 利用者のいる位置から選択対象となるマシンまでの距離
- ・ 入り口からマシンまでの距離
- ・ マシンの空間的な位置を示す隔度
- ・ 利用者からマシンが視野に入っているかどうかという可視性
- ・ マシンの使用難易度
- ・ 利用可能なマシンのうち他の利用者によって利用されているマシンの割合

を指標として採用した。そして、ロジットモデルによりパラメータ $\beta_1 \sim \beta_8$ を追跡調査によって得られた実際のトレーニングマシン選択行動から推定を行う。以下にモデルに含まれる各要素について述べる。

3.2.1. 選択の対象となるトレーニングマシン

今回の追跡調査において、選択行動として記録した選択肢数は全部で 50 種類である。これは、48 種類のトレーニングマシンの他に、フリースペースやダンベル運動についてもトレーニングマシンと同様に選択をしたとして記録を行ったからであるが、フリースペースとダンベルを利用する利用者はトレーニング場所を特定の場所で運動を行わずミラーの前やマシンから離れた場所で行うという理由から、フリースペースと場所が特定できないため、フリースペースとダンベル運動を使用した選択行動については今回分析の対象から除くこととした。

3.2.2. トレーニングマシン選択行動に影響を与える要因

第 2 章における調査の結果、トレーニングマシン選択行動において、いくつかの特徴がみられた。よって、その知見をもとにトレーニングマシン選択に影響を与える要因をトレーニングマシン選択モデルに変数として組み入れた。それらの要因について以下に述べる。考えられる要因は距離などの空間的な指標とマシン属性や個人属性によるものに分けられる。

3.2.2.1. トレーニングマシン同士の距離

モデル式においては d_i で定義されており、利用者がマシンを選択する場合の、現在使用しているマシンから新たに選択するマシンまでの移動距離を意味する（図 9 参照）。調査結果より、利用者の属性によって移動する距離が異なることが明らかになっており、トレーニングマシンの選択には、選択するマシンまでの距離が影響を与えると考え、この要因を採用した。なお、トレーニングマシン間の距離は、トレーニングマシンの中心点から中心点までを、通路にしたがって移動した場合の距離を採用した。

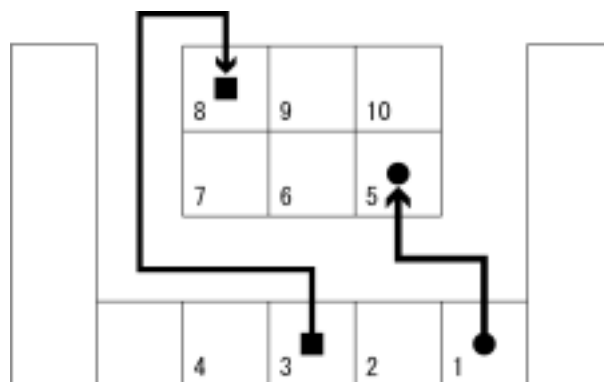


図 9.マシン間の距離

3.2.2.2. 入り口から各トレーニングマシンまでの距離

モデル式においては e_i で定義されており、トレーニングジムの入り口からのマシンまでの直線距離である。この指標を用いることで、トレーニングジム内における空間的な位置を一意に表すことができる。よって、トレーニングジム内におけるトレーニングマシンの位置がどれくらいマシン選択に影響を与えるのかを示す指標となる。

3.2.2.3. 隅度

モデル式においては a_i 、 s_i で定義されている。利用者の各マシンの利用回数分布（図 10 参照）を見てみると、中央部に位置するトレーニングマシンほど、多く利用されている傾向にある。

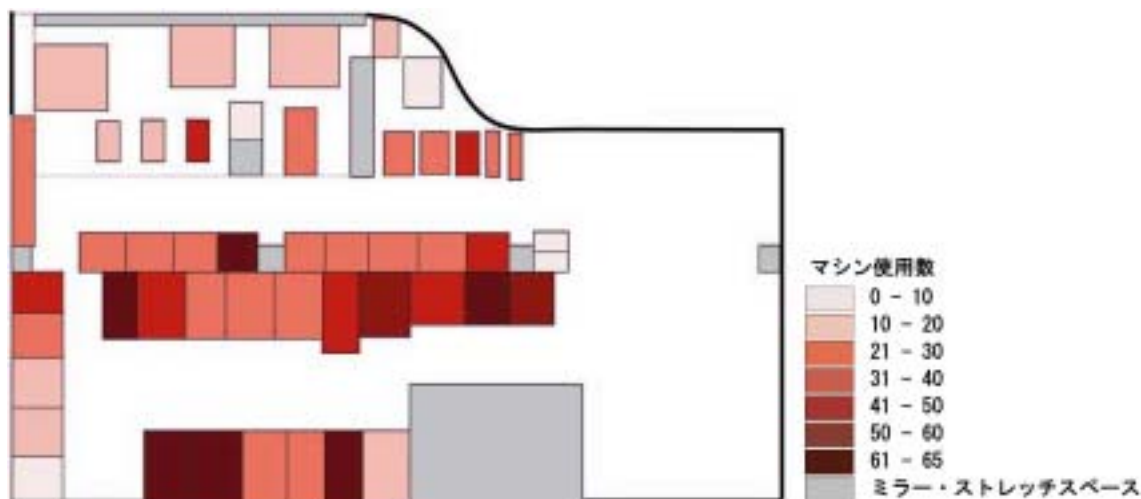


図 10.トレーニングマシンの使用数分布

この傾向より、トレーニングジム内において中央部にあるのか、それとも隅に近い場所に位置するのかという空間的な要因がトレーニングマシンの選択に影響を与える可能性があると考え、この指標を導入した。この指標は次のように定義される。

$$a_i = \frac{1}{D^2} \cdot \frac{l_{long}}{l_{short}}$$

D^2 : 最も近い壁からマシンの中心点までの直線距離

l_{long} : 上下あるいは左右の壁までの距離のうち長いほうの距離

l_{short} : 上下あるいは左右の壁までの距離のうち短いほうの距離

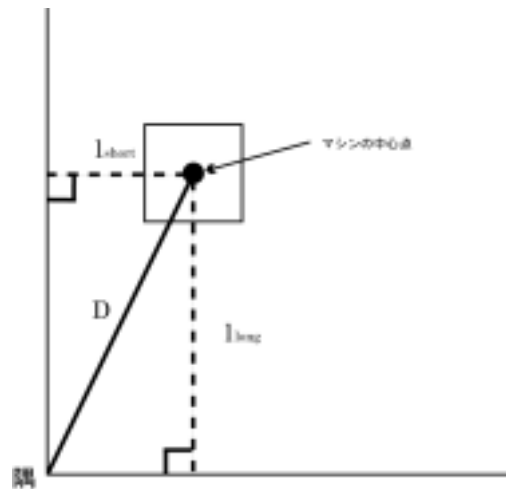


図 10.隅度の定義

マシンの中心点をマシンの代表点とし、その点から最も近くにある角までの距離と左右の壁のうち直線距離でより近い壁までの距離、上下の壁のうち直線距離でより近い壁までの距離とで表される。角までの距離が大きくなればなるほど隅である度合は減少し、左または右の壁までの距離と上または下の壁までの距離との比が小さくなればなるほど壁に近づく度合が低くなる指標となっている。

3.2.2.4. 可視性

モデル式においては v_i で定義されており、現在使用しているマシンから、新たに選択するマシンが利用者の位置から見えているかどうか、という指標である。この可視性は、追跡調査とアンケート調査の集計によって、可視性とマシン選択に差が出ていることが明らかになっている。よって、この指標を導入することとした。なお、この指標はダミー変数であり、

$$v_i = \begin{cases} 1 & \text{if 利用者からマシン } i \text{が見えている} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

と定義される。

3.2.2.5. 同じトレーニングマシンを反復して使用した回数

モデル式においては r_i で定義されている。利用者の中には、同じマシンを反復して利用する利用者がある。反復して使用する利用者にとっては、あまり有効ではない指標であるが、各マシンを1度ずつしか使わない利用者にとっては、1度利用したマシンは選択確率が下がることが予想される。よって、属性によってこの指標の重要度が変化すると考えられる。

3.2.2.6. トレーニングマシンの使用難易度

モデル式においては b_i で定義されており、トレーニングマシンの使用方法の難しさを示す指標である。トレーニングジムでは、フィットネスクラブのスタッフによって、いくつかのトレーニングマシンの使用方法を指導してもらうことができる。しかし、全てのトレーニングマシンの使用方法をすぐに学べるわけではないので、見ただけでは使用方法がわからないトレーニングマシンも少なくない。また、ダンベルやバーベルを用いたトレーニングはその方法論が多岐にわたっており、また使用方法を謝ると怪我をする可能性もあるため、初心者向きとは言えない。実際、フィットネスクラブ側も初心者にはダンベルやバーベルを用いたトレーニングは薦めていない。よって、トレーニングマシンには使用方法が簡単なものとそうでないものが存在するとし、以下のように定義した。

$$b_i = \begin{cases} 1 & \text{if マシン } i \text{ が初心者向けである} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

初心者向けのマシン選定は、フィットネスクラブが初心者に指導を行っているマシンを採用した。なお、初心者用マシンの分布は図 11 のとおりである。

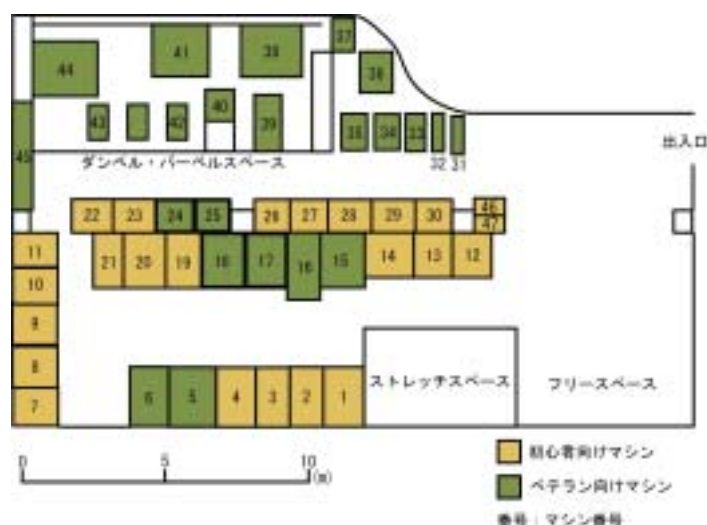


図 11. 初心者向けトレーニングマシンの分布

3.2.2.7. トレーニングジム内の混雑度

モデル式においては c_i で定義されており、利用者から見える範囲にあるマシンがどれくらい他の利用者によって利用されているのかを示す指標である。利用者から見える範囲にあるマシンの数のうち、他の利用者によって利用されているマシンの数の割合を算出し、指標として用いている。

3.3. 分析手法

観測されたトレーニングマシン選択行動データを用いて、モデルのパラメータ $\beta_1 \sim \beta_8$ を推定する。ロジットモデルにおいては、選択行動における選択可能な選択肢数が注意すべき点の一つとなることがよく知られている。今回のトレーニングマシン選択行動において、選択可能性がある選択肢は最大で48であり、従来ロジットモデルに用いられる選択肢数に比べ、非常に数が多い。選択肢数が多ければ多いほどロジットモデルの説明力が低下することが考えられる。よって、選択肢数の選抜方法を変え、それぞれの場合によってパラメータ推定を行うことによって、ロジットモデルの的中率を上げることを目指した。

3.4. 分析結果

パラメータの推定結果およびモデルの説明力についての指標を表6に示した。選択肢群の設定を変化させ、複数のモデルを用いてパラメータの推定を行った。以下にそれぞれのモデルについて考察を加える。

3.4.1. 選択肢群が同一な場合

対数尤度の値が-4966.87、尤度比が0.0256と共に非常に低い値になっており、それによってAICの値も高い値をとっている。また、的中率も約2%と非常に低い値となっている。全選択肢数が48であることから、ランダムにトレーニングマシンを選択したと仮定しても、各トレーニングマシンの選択確率は2%を超えるので、このモデルは非常に説明力が低いことがわかる。この理由としては、各選択肢集合を全選択肢数と同数の48に設定してあるため、その影響が的中率の低さにつながったと考えられる。

3.4.2. 選択肢集合を整理した場合

選択肢群を48に統一したモデルの選択肢群をそのまま利用することは、モデルの説明力を低くすることにつながるため、選択肢集合を整理することによって、再びモデル作成を

試みた。選択肢集合の選抜方法は

- ・ 利用者がトレーニングマシンを選択する際に、他の利用者によって利用されているトレーニングマシンは選択肢集合から除く。
- ・ 収集したトレーニングマシン選択状況を観察し、性別ごとにマシン選択行動として観察されなかったマシン選択は選択肢集合から除く。

以上の操作を行い、モデル作成を試みた。

表 6.ロジットモデルのパラメータ推定結果

モデル	選択肢統一モデル	他の利用者によって 使用されている 選択肢を除去 したモデル	性別によって 選択肢を整理 したモデル
対数尤度	-4966.868	-4749.846	-1806.817
尤度比	0.0256	0.0682	0.6419
AIC	9939.73	9507.69	3627.63
的中率	2.10%	3.17%	26.87%
サンプル 数	1317	1317	1317
d_i		1.8994	0.1089
e_i			0.0229
v_i	0.1286	0.3448	-0.1567
a_i			
s_i			-2.3975
r_i			-11.6991
b_i	0.1209	0.1499	-0.1986
c_i	1.1455	2.2769	3.1674

3.4.3. 選択肢集合を混雑度によって選抜した場合

各選択肢集合から、利用者がトレーニングマシンを選択する時点で他の利用者によって利用されているトレーニングマシンを選択肢集合から除いた上で選択肢集合を作成した。その上でロジットモデルを作成した結果が表 6 である。

対数尤度の値が-4749.85、尤度比が 0.0682 と、選択肢集合が 48 に統一されている場合よりは若干説明力の高い値が出ているが、依然として共に非常に低い値になっている。的中率も約 3.1%とやはり非常に低い値となっている。

3.4.4. 個人属性と利用状況によって選択肢群を選抜した場合

全項で行った選択肢集合の選抜に加え、さらに今回収集した行動データを用いて選択肢集合の選抜を行った。その手順は以下のとおりである。

- ・ 男性、女性ごとにトレーニングマシンの選択事例を全て数え上げる。
- ・ 男性、女性ごとに実際に観測されたトレーニングマシンの選択を特定する。
- ・ 選択肢集合から、男性、女性別に調査によって観測されなかったトレーニングマシン選択を除く。

以上の操作を行い、選択肢集合を選抜したのちロジットモデルを作成した結果が表 6 である。対数尤度の値が-1806.82、尤度比が 0.6419 と、モデルの説明力が格段に大きくなったことが示された。的中率は約 26.87%とそれほど高い値とは言えないが、選択肢を選抜する前のモデルと比べ格段に精度が高くなったという意味で、このモデルを用いてある程度トレーニングマシン選択行動を予測できるモデルとして採用可能ではないかと考える。

パラメータとして有意な値が出たものは、

- ・ トレーニングマシン間の距離
- ・ 入り口からマシンまでの距離
- ・ 可視性
- ・ マシン選択前に利用者がある場所の偶度
- ・ 同じトレーニングマシンを反復して使用した回数
- ・ トレーニングマシンの難易度
- ・ 利用者の視野に入っているトレーニングマシンの個数のうち、他の利用者によって利用されているマシンの個数の割合

である。そのうち、「同じトレーニングマシンを反復して使用した回数」と「マシン選択前に利用者がいる場所の隔度」に比較的小さな値が出ている。これは、一度使用したトレーニングマシンは再び使うということが起こりにくいことを示しており、モデル作成以前の仮説と合致している。また、利用者がトレーニングジム内の隅のほうにいる場合、その次に選択行動をする度合が減少することを示している。

一方で、「利用者の視野に入っているトレーニングマシンの個数のうち、他の利用者によって利用されているマシンの個数の割合」のパラメータが大きな値となっている。この結果からは、トレーニングマシンが混雑してくればくるほど、トレーニングマシンの選択効用が上昇することを示している。この理由としては、利用者から見える範囲が混雑な状況になればなるほど選択可能なトレーニングマシンの数が少なくなり、その結果限られたトレーニングマシンから一つを選択するという衝動がかきたてられるということが考えられる。しかし、この指標はあくまでも「利用者から見える範囲」の混雑度に限っている。そのため、トレーニングジム全体のトレーニングマシンの個数のうち、他の利用者によって利用されているマシンの個数の割合によって定義される混雑度を指標としてパラメータ推定を行ったが、その指標のパラメータ推定には有意な結果が見られなかった。

3.4.5. 個人属性によって利用者を分類した場合

上記の性別による選択肢を選抜した後のデータから、個人属性によってサンプルを分割し、分割したそれぞれのセグメントによりモデル構築を試みた。分割する指標は

- ・ 性別（男性、女性）
- ・ 入会してからの期間（1年以下、1年以上）

の二つである。この二つの指標に基づいて、サンプルを

- ・ 男性の初心者（男性のうち入会してからの期間が1年未満の利用者）
- ・ 男性のベテラン（男性のうち入会してからの期間が1年以上の利用者）
- ・ 女性の初心者（女性のうち入会してからの期間が1年未満の利用者）
- ・ 女性のベテラン（女性のうち入会してからの期間が1年以上の利用者）

にそれぞれ分割しモデル作成を試みた。パラメータの推定結果は表 7 のとおりである。サンプルを分類した結果。サンプル数にやや偏りがあることがわかった。対数尤度は男性のベテランモデルの値が最も小さな値を取っているがその他のモデルにおいては十分に大きな値が算出されている。また、尤度比はいずれも 0.6 以上を取っており、サンプル分類前と比べそれほど差のない値をとっている。AIC はいずれも分類前の値と比べ格段に低くなっていることがわかる。的中率については男性の初心者モデルが 14.969%、男性のベテランモデルが 27.733%、女性の初心者モデルが 30.732%、女性のベテランモデルが 33.672%となっており、男性の初心者モデルの的中率が低い値をとっているが、それ以外のモデルにおいてはサンプル分割以前と同等かそれ以上の的中率となっている。

推定されたパラメータを見ると、全てのモデルにおいて「利用者の視野に入っているトレーニングマシンの個数のうち、他の利用者によって利用されているマシンの個数の割合」のパラメータが大きな値となっている。そのほかを見てみると、男性の初心者については、「可視性」と「入り口からマシンまでの距離」が比較的効用に大きな影響を与える要因として表されている。男性のベテランについては「マシン間の距離」と「可視性」が、女性の初心者については「マシン間の距離」と「マシンの難易度」が、女性のベテランについては「現在いる場所の隅度」が効用に大きな影響を与えるという結果になった。

3.5. まとめ

ロジットモデルを用いてトレーニングジム選択行動モデルを提案した。その際に、トレーニングマシン選択肢集合を選抜し、また個人属性によってサンプルを分割することで、より詳細にトレーニングマシン選択行動の予測とその要因を明らかにすることが可能となった。的中率は約 2%から約 30%まで上昇した。今回は選択肢集合の選抜方法については 1つの方法のみを試したが、さらにこの選抜方法について検討を重ね、さらに有効な選択肢集合を作成する方法論について考える必要がある。また、変数採用についても検討を行い、トレーニングマシン選択を有効に捉えられる要因を発見することが重要である。

表 7.個人属性によって分割されたサンプルによるモデル作成結果

モデル	男性の初心者 モデル	男性のベテラン モデル	女性の初心者 モデル	女性のベテラン モデル
対数尤度	-423.385	-786.352	-263.934	-283.279
尤度比	0.61503	0.64602	0.65184	0.6723
AIC	858.77	1584.70	539.86	580.55
的中率	14.97%	27.73%	30.73%	33.67%
サンプル数	291	598	198	230
d_i	0.1678	0.1279	0.2059	-0.0823
e_i	0.2030	-0.0199	-0.0542	0.2372
v_i	-0.2635	-0.1451	-0.0338	-0.1191
a_i	-0.0670	0.0107	-0.0156	-0.0477
s_i				11.7782
r_i				
b_i	-0.1163	-0.1032	-0.3029	-0.4004
c_i	2.9586	3.7884	3.4823	2.0708

4 トレーニングマシン配置評価指標の提案

本章においては、第3章において提案したトレーニングマシン選択行動モデルを用いて、トレーニングマシンの配置を評価することを目的とする。

4.1. トレーニングマシン配置指標の概要

トレーニングマシン選択行動モデルにおいて用いたロジットモデルにおいては、効用という概念が非常に重要な要素となっている。この効用という指標は、その値が大きくなればなるほど各トレーニングマシンの効用が増加し、結果としてトレーニングマシンの選択確率が増加することになる。

ロジットモデルでは、この効用という概念を用いて、選択行動を行う利用者の便益を示す総合指標としてログサム変数を用いる場合が多い。その一般式は

$$\text{Logsum} = \log \sum_m \exp(V_m)$$

Logsum: ログサム変数

m: 選択肢の数

V_m: *m*番目の選択肢の効用

で与えられる。この指標は複数の選択肢における最大効用の期待値であり、この指標を用いることで選択行動における利用者の便益を算出することができる。

そこで、今回はこのログサム変数という概念を用いて各ロジットモデルにおけるログサム変数を算出することにより、トレーニングジムの配置を利用者の便益という観点から評価することを考える。

4.2. トレーニングマシン配置案の提案とその評価

本章ではトレーニングジム内におけるトレーニングマシンの配置案を提案する。トレーニングジム内には48種類のトレーニングマシンが存在しており、トレーニングマシンによって鍛えられる体の部位によってある程度空間的に分割されている。これらマシンの配置を変化させ、変化によって利用者の便益がどのように変化するかを算出するわけだが、この配置を全く違うものに変えてしまうことは現実的には非常に難しく、それほど頻繁にできることではない。そこで、あるルールによってトレーニングマシンをいくつか配置変

えを行い、それによってトレーニングマシンに対する効用の変化を導くことによって、利用者の便益を算出することを試みる。今回考える配置案は、

- ・ 鍛えられる部位が同じマシンを一箇所に集中的に配置させた場合
- ・ 初心者用トレーニングマシンとそうでないマシンを空間的に分割する

とする。そして、トレーニングマシン配置の評価を行うロジットモデルは、前章において提案したモデル群のうち、

- ・ 男性の初心者
- ・ 男性のベテラン
- ・ 女性の初心者
- ・ 女性のベテラン

の4つのモデルを採用し、トレーニングジムを利用する顧客別の便益を算出することを試みる。

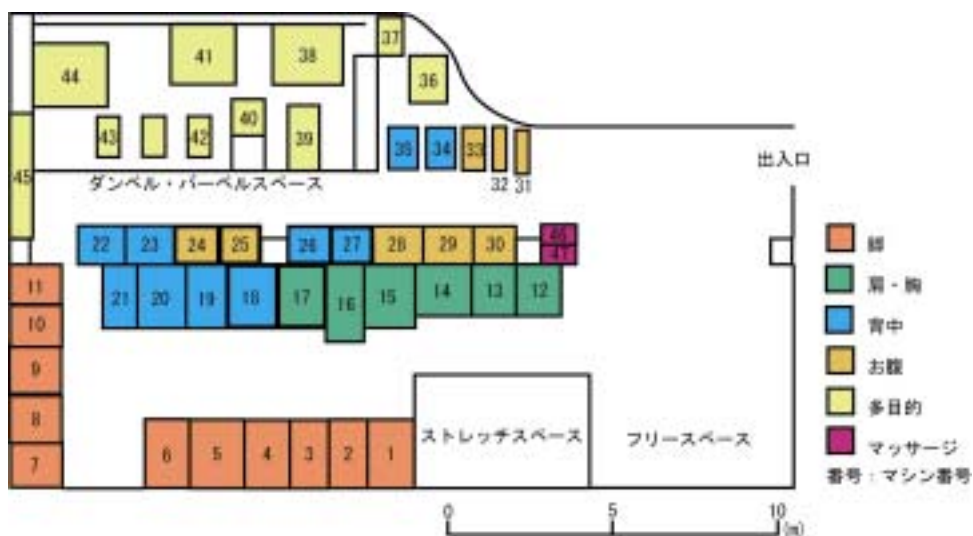


図 12. トレーニングマシンの配置と鍛えられる体の部位

4.2.1. トレーニングマシン配置変えのルール

トレーニングマシンの配置を変える場合は、トレーニングマシンをいくつか移動させることになるのだが、その移動のさせ方は無数に存在する。しかし、実際に移動をさせる場合には以下のことを考慮することとする。

- ・ マシンの総移動距離を最小にする。
- ・ マシンの大きさから動かす位置を限定する。

以上のルールに従って、以下に配置案とマシンの移動方法、そして配置の評価を行う。

4.2.2. 現状のトレーニングジム配置の便益算出

まず、現状のトレーニングマシンの便益の算出を行う。ここで求められる便益は、他の配置案と比較し、新たな配置案が現状と比べてどれくらいの便益を利用者に提供するのを示すための基準となる指標である。計算結果は以下のとおりである。

表 8.現状のマシン配置から導き出された便益

モデル	サンプル数	便益の値
男性の初心者モデル	291	2.80636
男性のベテランモデル	598	3.05794
女性の初心者モデル	198	2.53435
女性のベテランモデル	230	46.56463

4.2.3. 同じタイプのマシンをまとめて配置した場合

まず、鍛えられる部位が同じマシンを集中的に配置する配置案を提案する。移動させたマシンは図 13 のとおりである。具体的には、24 番のマシンと 35 番のマシンを、そして 25 番のマシンと 34 番のマシンを移動させることとした。これによって、完全に鍛えられる体の部位というタイプ別のトレーニングマシンの配置が可能になる。便益の計算結果と現状との便益の差は表 9 のとおりである。表 9 を見ると、モデルによって便益に差が出ていることがわかる。結果によると、この配置変えによって初心者にとってはより利用しやすいマシン配置になり、一方でベテランの利用者にとっては利用しやすさが減少するということが明らかになっている。このように、わずかなトレーニングマシンの配置変えによっても顧客層によってその評価が異なることがわかる。



図 13.同じタイプのマシンを集中させるためのマシン移動

表 9.タイプ別に配置した配置案評価

モデル	サンプル数	現状の配置における便益	タイプ別に分割した配置案における便益	便益の差
男性の初心者モデル	291	2.80636	2.80664	0.00028
男性のベテランモデル	598	3.05794	3.05714	-0.00080
女性の初心者モデル	198	2.53435	2.53513	0.00078
女性のベテランモデル	230	46.56463	46.50463	-0.06000

4.2.4. 初心者用のトレーニングマシンを集中的に配置した場合

次に、初心者用のトレーニングマシンを中央部に集中的に配置した場合の配置評価を行う。移動させるマシンは図 14 のとおりである。

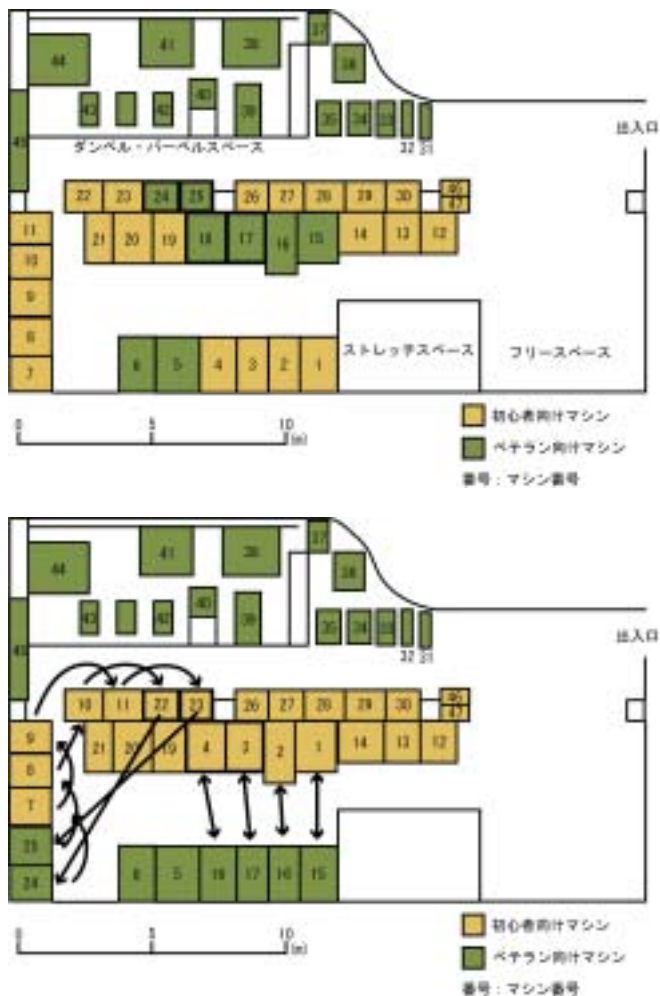


図 14. マシン移動前（上図）とマシン移動後の配置（下図）

次に、配置変えによる便益と現状の配置との便益の差を計算する。結果は表 10 のとおりである。結果をみると、さきほどのタイプ別のマシン移動に比べて移動させたマシンの数が多いためか、便益の差はタイプ別の便益の差よりも大きな値が表れている。モデル別に見てみると、女性のベテランモデルの値が他のモデルとは異なる傾向を示している。便益が現状の配置よりも減少していることに加え、その減少の度合いが他のモデルに比べ著しい。先ほどのタイプ別配置案の場合に比べて、各モデルの便益が異なる挙動を示しており、この結果を見る限り、配置を変化させることによって、客層ごとに便益というものを算出することが可能になると考えられる。

表 10.初心者用のマシンを中央部に配置した場合の便益

モデル	サンプル数	現状の配置に おける便益	初心者用のマシンを集 中のに配置した場合の 便益	便益の差
男性の初心者モデル	291	2.80636	2.80967	0.00331
男性のベテランモデル	598	3.05794	3.06124	0.00330
女性の初心者モデル	198	2.53435	2.53975	0.00540
女性のベテランモデル	230	46.56463	46.40773	-0.15690

4.3. まとめ

本章では、ログサム変数という概念を用いてトレーニングマシンの配置案を評価するための指標を作成した。また、現状のトレーニングマシン配置の便益を基準値として、新たなトレーニングマシン配置案の評価を行った。マシンのタイプ別、初心者用のマシンという観点から配置案を提案し便益を算出したところ、複数のモデルにおいて異なる便益の値が算出され、現状の配置案からの評価が可能となった。この指標を用いることによって、新たに配置変えを行った場合の配置の評価をすることが可能になり、人間行動と空間構成の関係をある程度記述できたと考えている。

5 結論

5.1. 本研究の主な結論

人間行動の詳細なデータ収集から、人間行動モデルを作成し、さらに建物内における空間構成の評価を定量的に行う方法を確立することを目的とし、ロジットモデルを用いて行動のモデル化を行い、さらにログサム変数を用いて空間構成の評価を行った。本研究の結論を以下に挙げる。

- (1) トレーニングジムという空間的に比較的狭い空間においてデータ収集を行った結果、非常に詳細な人間行動データおよび個人属性データを収集することに成功した。また、行動の種類についてもトレーニングという単一のものに統一されているため、利用可能で信頼性の高いサンプルが数多く収集することが可能であることを示した。
- (2) トレーニングジム利用者の行動を時空間パスによって再表現し可視化することによって、利用者の行動特性を視覚的に把握することに成功した。単に追跡を行うだけでなく、時空間データとして人間行動を記述することの重要性や、時空間データから視覚的に得られる情報の重要性を示した。
- (3) 人間行動を離散的なトレーニングマシン選択行動と設定し、ロジットモデルを用いて行動モデルを提案した。また、ロジットモデルにおいて選択肢群が非常に多い場合の選択肢選抜方法についても提案を行い、的中率を向上させる方法を示した。
- (4) ロジットモデルを用いることにより、個人の属性によってトレーニングマシン選択に差が見られることを示した。どの属性にとってもジム内の混雑度がマシン選択を促す傾向にある一方で、マシン間の距離や入り口から各マシンまでの距離についてはモデルによって差が見られることが明らかになった。
- (5) ログサム変数を用いてトレーニングマシン配置案を評価する方法論を提案した。性別と入会してからの期間にサンプルを分類し、便益を計算した結果、各配置案によってそれぞれのサンプル群の評価が異なることが確認された。

5.2. 課題と今後の展望

本研究では、人間行動モデルとしてロジットモデルを採用したが、選択行動という形で人間行動を離散的に捉えることができるという利点がある反面、対象となる選択肢数が従来のロジットモデルにおいて採用される選択肢群に比べて格段に多いことから、的中率の低さが目立ってしまうという結果になった。このため、ロジットモデルを採用する際には、選択肢群の選抜方法が重要となる。今回は得られたデータから選択肢数を選抜するという方法を取ったが、今後は決定木やニューラルネットワークなどデータマイニングの手法を用いたトレーニングマシン選択のパターン分類を行うなど、より理論的な選択肢群選抜方法の確立が重要である。

また、配置案の提案として今回は2つの配置案を提案したが、今回提案した配置案はかなり限定的なものである。今後は、トレーニングジム内全体のマシンを完全に変える場合やロジットモデルなどで表れている利用者の行動特性に基づいた配置案の評価を行うことが重要である。

そして、配置案の評価指標としてログサム変数を用いたが、この指標は2つ以上の配置案を比較することによって初めて評価が可能になる。よって、今後は配置が与えられた際にその配置を直接評価することができる指標の提案が必要である。

今後の展望としては、今回はトレーニングジムという限定的な対象を扱ったが、今後は人間行動に関する以下のような特徴を有するデータを扱っていきたい。それらは、

- 高い時間分解能
- 多様な行動目的
- 経路に限定されないような動線
- より多くの人数
- より大きな空間

である。今回の研究では、限定的な空間を対象として扱ったため、人々の行動パターンを離散的に扱うことが比較的容易であった。また、格子確率モデルの採用と適応も容易であった。しかし、元来人間の行動は非常に複雑であり、そのモデル化は困難を極める。また、近年、GPSを搭載した携帯電話やレーザースキャナなどによる大容量で、詳細な人間行動データの取得技術が開発されてきている。このようなデータ取得方法が発展する一方で、そのデータを用いた分析方法はまだまだ未熟な段階である。

大量で複雑な人間行動データからその特徴を導き、分析を行うための手法は改善の余地があるが、geovisualization や様々な空間データの集約方法によって、複雑な人間行動を理解しやすく見せ、しかも発見的にその特徴を見つけ出す方法論の開発も進んでいる。今後は、ロジットモデルに代表される人間行動の離散化について理論を深めるとともに、より膨大な人間の時空間行動を分析するためのデータの集約方法について考えることで、複雑な人間行動を理論的に捉える方法論の提案ができるのではないかと考えている。

参考文献一覧

阿部 誠 (2003) 『消費者行動のモデル化消費者の異質性』, オペレーションズリサーチ vol.48 no.2 pp.121-129 .

荒川 隆 (1990) 『消費者の購買行動からみた店舗内における商品の適正配置の研究』, 上武大学商学部紀要 第1巻, 第1・2号, pp.89-101 .

阿部彰吾・服部岑生・中田宏明 (1998) 『動線の長さに基づいた平面特性の解析 ~ 建築の器質に関する基礎的考察 その1~』, 日本建築学会計画系論文集 第512号, pp153-158 .

河野英俊 『お客を呼び込む 売場の作り方』, ぱる出版, 2000 .

安銀姫・李景勲 (2003) 『大規模商業空間の計画代案に対する評価要素としての探索行動の重要度に関する研究』, 日本建築学会計画系論文集 第564号, pp173-177 .

小野田泰明・氏原茂将・浜田勇樹・堀口徹 (2003) 『人の動き分布を用いた場の記述に関する研究 せんだいメディアテークにおける動き分布図』, 日本建築学会計画系論文集 第571号, pp63-68 .

佐々木土師二 (1986) 『消費者行動研究における購買態度構造分析』, 心理学評論 vol.29, no.2, pp.231-251 .

周 穎・長澤 泰 (2004) 『看護動線から見た観察病棟の計画に関する研究』, 日本建築学会計画系論文集 第576号, pp17-23 .

徐 華・西出和彦 (2003) 『経路選択の類型 展示空間における経路選択並びに空間認知に関する研究 (その1)』, 日本建築学会計画系論文集 第568号, pp53-60 .

高瀬昭子・日色真帆・上野 淳 (1997) 『商業空間における wayfinding に関する研究 - その 1. 観察による行動のシークエンスのコード化 - 』, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, p.861-862.

田島義博・青木幸弘 『店頭研究と消費者行動分析 店舗内購買行動分析とその周辺』, 誠文堂新光社, 1989 .

永島幸夫 『ひと晩でできる 売場レイアウトの変え方』, すばる舎, 2001 .

中山 厚穂 (2003) 『POS データを活用した店舗内の売場配置の考察』, オペレーションズリサーチ vol.48 no.2 pp.100-106 .

日色真帆・高瀬昭子 (1997) 『商業空間における wayfinding に関する研究 その 2. 出来事・スペースブロック・場面による表記法』, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, p.863-864.

舟橋國男 (1991) 『建物内通路における経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究』, 日本建築学会計画系論文報告集 第 429 号, pp61-72 .

三浦金作・佐野浩史・田邊和義 (2003) 『歩行経路選択と探索行動 - 街路空間における探索歩行時の注視に関する研究 その 1 - 』, 日本建築学会計画系論文集 第 569 号, pp131-138 .

渡邊昭彦・森 一彦 (1993) 『探索行動における探索方法と空間情報との整合性に関する分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その 2 - 』, 日本建築学会計画系論文報告集 第 454 号, pp93-102 .

Elizabeth Wentz, Aimee F. Campbell and Robert Houston (2003) 『A comparison of two methods to create tracks of moving objects: linear weighted distance and constrained random walk』, International Journal of Geographical Information Science, vol.17, no.7, pp.623-645.

Harvey J. Miller (2005) 『A measurement theory for time geography』 , Geographical Analysis, vol.37, pp.17-45.

Harvey J. Miller (2003) 『Transportation and communication lifeline disruption』 in S. L. Cutter, D. B. Richardson and T. Wilbanks (eds.) The Geographic Dimensions of Terrorism, Routledge, 145-152.

Ling Bian (2004) 『A conceptual framework for an individual-based spatially explicit epidemiological model』 ,Environment and Planning B, vol.31, pp.381-395.

Ling Bian (2000) 『Object-oriented representation for modeling mobile objects in an aquatic environment』 , International Journal of Geographical Information Science, vol.14, no.7, pp.603-623.

Michael J. O'Neill (1991) 『 Effects of signage and Floor Plan Configuration on Wayfinding Accuracy』 , Environment and Behavior, vol.23, no.5, pp.553-574.

Ming-Hsien Yang (2001) 『An efficient algorithm to allocate shelf space』 , European Journal of Operational Research, vol.131, pp.107-118.

Ronald E. Frank, William F. Massy (1970) 『Shelf Position and Space Effects on Sales』 , Journal of Marketing Research, vol.7, pp59-66.

Ufuk Dogu, Feyzan (2000) 『Spatial Factors Affecting Wayfinding and Orientation - A Case Study in a Shopping Mall - 』 , Environment and Behavior, vol.32, no.6, pp.731-755.

謝辞

人間行動のモデル化という問題は、モデルというものをまともに勉強したことのなかった私にとって初めはどのように研究を進めたらよいのか全く見当が付きませんでした。さらに、M1の頃から研究テーマがなかなか定まらず、研究の進行が遅くなってしまったことは今後の反省としたいと思います。

指導教官の浅見泰司教授には修士の2年間、本当にお世話になりました。研究テーマがなかなか定まらない私を暖かく見守ってくださり、的確な指導で私を救って下さいました。本当に感謝しています。岡部篤行教授には、共同研究者としてフィットネスクラブ側とのやりとりやデータ収集、アンケート用紙作りなどにおいて多くのご指導をいただきました。また、貞広幸雄助教授には修士の研究テーマを決めるために多くのアイデアを提供して下さり、気軽に議論に応じていただきました。

また、フィットネスクラブの現地調査においては、同研究室のM1の酒井智浩君、前田明子さん、M2の原田芳樹君、新領域創成科学研究科 環境学専攻 社会文化環境コースの藤田真弓さんに調査の協力をしていただき、データを収集するお手伝いをしていただきました。フィットネスクラブでの追跡調査は一人のデータを取るために必要となる時間が非常に多く、とても私一人では10日間で200を超えるデータ数を取ることは不可能でした。本当にありがとうございました。

最後になりましたが、フィットネスクラブの方々には、現地調査を行うにあたって、大変お世話になりました。10日間もの間、トレーニングジム内において机とパソコンを置かせていただき、ジムを利用される方々へのアンケート調査および追跡調査を許可して下さいました。複数の調査員が同時に調査を行っていたため、ご迷惑をおかけいたしました。この場を借りて感謝の意を表します。ありがとうございました。

2005年1月31日

小林 哲郎