

活動量に基づく幼児の交友関係の抽出

Extraction of children's friendship relation from activity level

柴田征宏*1 Masahiro Shibata 勝木琢也*2 Takuya Katsuki 糠野亜紀*3 Aki Kono 新谷公朗*3 Kimio Shintani 芳賀博英*1 Hirohide Haga 金田重郎*1 Shigeo Kaneda

*1同志社大学大学院工学部研究科
Graduate School of Engineering, Doshisha University

*2同志社大学理工学部
Faculty of Science Engineering, Doshisha University

*3常磐会短期大学幼児教育科
Department of Early Childhood Education, Tokiwakai College

Children learn to fit into society through living in a group, and it's greatly influenced by their friend relations. Although preschool teachers need to observe them to assist in the growth of children's social progress and support the development each child's personality, only experienced teachers can watch over children while providing high-quality guidance. To resolve the problem, this paper proposes a mathematical and objective method that assist teachers with observation. It uses numerical data of activity level recorded by pedometers, and we make tree diagram called dendrogram based on hierarchical clustering with recorded activity level. Also, we calculate children's "breadth" and "depth" of friend relations by using more than one dendrogram. When we record children's activity level in a certain kindergarten for two months and evaluated the proposed method, the results usually coincide with remarks of teachers about the children.

1. はじめに

幼児は幼稚園や保育所などにおける集団生活を通して社会性を身につけるが、そこには他者との交友関係が大きく影響していると思われる。また、近年、問題となっている「気になる子」については、早い段階で彼ら（彼女ら）に対して適切な発達援助を行うことが効果的とも言われている。「気になる子」とは知的発達の遅れはないものの、友達との人間関係がうまく構築できないなど、行動面での問題を抱える幼児である。

従って、保育所・幼稚園の保育者がそれぞれの幼児に応じた保育を行うには、幼児一人ひとりの交友関係を把握しておかなければならない。しかし、1クラス20数名の幼児に対して、それぞれの交友関係を日々観察する作業は、経験年数の浅い保育者にとって必ずしも容易なことではない。

このような問題を解決するため、我々はこれまで2分毎に測定可能な歩数計に記録した幼児の活動量に基づき、クラスタリング手法を用いて交友関係を分析する手法を既に提案している [Kono 05]。しかし、2分毎の活動量が測定できる歩数計では、「気になる子」の抽出には成功したものの、多様で活発な動きを取る幼児の行動を詳細に分析することは難しかった。そこで本稿では、より短時間の4秒毎の活動量が得られる歩数計を採用した分析手法を提案し、その評価結果を述べる。

以下2.で従来の手法の概要とその課題を述べる。3.では本稿で提案する手法について述べる。4.では、提案手法を実装して幼稚園で社会実験を行った結果を述べる。最後に5.では結論と今後の課題を述べる。

2. 従来の手法の課題

2.1 交友関係の自動抽出における課題

上記のような問題意識から、我々は、幼児に歩数計を装着し、そこから得られる活動量のクラスタリングから、幼児の

交友関係を抽出する手法を提案してきた [Kono 05, 上田 05, 三木 05, Kumon 06]。歩数計としては、スズケン社製のライフコーダー Ex (2分版) [スズ] を利用した。この歩数計を朝の登園時に装着し、「お帰り」の際に回収する。このスズケン製歩数計では、2分毎に、0~9の値で、幼児の活動量を記録できる。1週間~2週間ごとに、データはパソコンに取り出す。処理の手順は、以下のようなものである。

1. 幼児に歩数計をつけてもらい、活動量を取得する。
2. 0~9の数値で表現された活動量をひとつのベクトルとして、Ward法を用いてクラスタリングする。距離はユークリッド距離である。
3. クラスタリング結果から、交友範囲を調べたり「気になる子」の可能性のある幼児を抽出する。

2.2 既存手法の課題

しかし、この既存手法には、以下の課題があった。

- 例えば、1日あたり6時間(9時~3時頃までを想定していた)のデータをとっても、データ数は高々180個程度であり、しかも、その中には交友関係を反映すると思われる自由遊びの時間以外に、朝礼や体操、食事、お昼寝などの時間が含まれており、統計的精度に限界がある。
- ユークリッド距離では、同じような動作をしていても、片方が全体として大きな運動をしていて(値が大きい)、一方が緩やかな動きをしている(値が小さい)場合には、距離上は大きく出してしまう危険性がある。

即ち既存手法には、少なくとも他の幼児と『異なる動き』をしている『気になる子』の抽出は可能性があっても、クラスタリング結果が、そのまま『幼児の交友関係』にはならないのではないかと課題が残されていた。

3. 提案手法

3.1 概要

2.で述べた課題の解決を目指して、新たに開発された歩数計を入手した。この歩数計は従来の2分ごとではなく、4秒ごと

連絡先: 柴田征宏, 同志社大学大学院工学部研究科,
京都府京田辺市多々羅都谷 1-3, 0774-65-6979,
shibata818@ishss10.doshisha.ac.jp

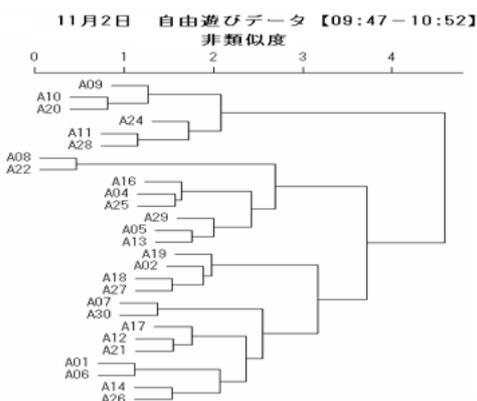


図 1: 2007 年 11 月 2 日の 9 時 47 分から 10 時 52 分における 30 人の幼児のクラスタリング (Ward 法)

に活動量を記録することが出来る。つまり、従来よりも 30 倍の密度でデータを収集することが出来る。これによって、ある特定の活動、例えば自由遊びの時間だけを切り出して、活動量によるクラスタリングを実施することが可能になった。また、クラスタリングの距離関数として、活動のパターンが類似している子ども同士の距離が短くなるピアソンの積率相関係数を用いた。さらに、クラスタリングを複数の日のデータで実施し、生成される交友関係から、幼児の交友関係の広さと深さを導き出す手段を検討した。具体的には以下の手順で実施する。

step 1 歩数計を子どもに装着して、活動量データを収集する。
 step 2 個々の歩数計の持つクロックのずれを修正する。
 step 3 交友関係が表れる時間帯の活動量データを切り出す。
 step 4 切り出されたデータをクラスタリングし、交友関係を抽出する。
 step 5 step 1 から step 4 を複数の日数で実施し、各子どもの交友関係の広さと深さを求める。交友関係の深さと広さの定義は後に述べる。

4. 実験結果

4.1 実験の概要

本稿で提案した方式の有効性を検証するために、以下のようない社会実験をおこなった。

- 実験協力園：私立 A 幼稚園
- 実験期間：2007 年 9 月 11 日から 9 月 26 日と 10 月 22 日から 11 月 2 日までの 2 期、のべ 28 日
- 実験対象クラス：5 歳児 29 名 (男児 15 名、女児 14 名)

4.2 クラスタリングの結果

図 1 は、2007 年 11 月 2 日の子どもの活動量データを、Ward 法を用いてクラスタリングした結果である。また図 2 は、最近隣法を使って同じデータをクラスタリングした結果である。クラスタリングには、統計処理パッケージ R[岡田 04] を用いた。Ward 法は、2 つのクラスタを併合する際、群内平方和の増加量が最小となる 2 つのクラスタを併合する手法であり、この手法は明確なグループ分けに適している。

一方、最近隣法は、2 つのクラスタのそれぞれの中から 1 個ずつ個体を選んで個体間の距離を求め、それらの中で、最も近い個体間の距離をこの 2 つのクラスタ間の距離とする手法である。今回は 2 つのクラスタリング手法の結果の比較を行うために、両方の方法でクラスタリングを実施した。

図 1, 2 両方に共通している特徴として、例えば A08 と A22 の活動パターンが極めて類似していることが示されている。実

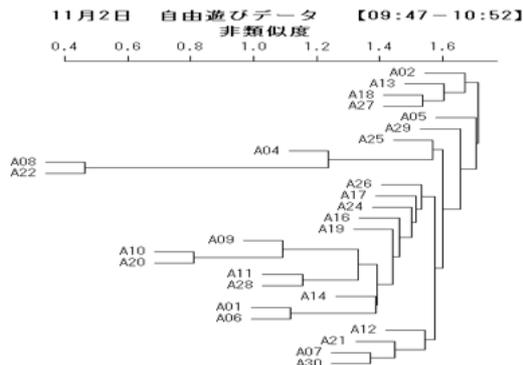


図 2: 2007 年 11 月 2 日の 9 時 47 分から 10 時 52 分における 30 人の幼児のクラスタリング (最近隣法)

際に観察記録を見てみると、A08 と A22 は男の子同士で、常に行動を共にしていた。その一方で、例えばこのクラスタから外れている A02 は A08, A22 の 2 人と行動を共にする場面がほとんどなかったことが確認できた。そのほかの子どもについても、デンドログラムの結果と保育者の普段の保育活動を通じた経験を照合すると、高い一致率をみた。

またこの 2 つの方法でのデンドログラムの結果を見比べてみると、クラスタ - の生成に明確な違いがあることが分かる。図 1 の Ward 法での結果では、このデンドログラムから 8 つのクラスタに分割した際、各クラスに大きな偏りがなく、うまくグループ分けが出来ている。一方で、図 2 の最近隣法での結果では、このデンドログラムを 8 つのクラスタに分割した場合、各クラスタ間の人数に偏りが生じ、クラスタによっては 1 人や 2 人などのクラスタもあれば、10 人以上のクラスタも存在している。これらの傾向は、Ward 法と最近隣法の特性を表したものであるといえる。

このことから、Ward 法によるクラスタリングでは、子どものグループの帰属が明確に現れ、最近隣法では「平均的な子どもと平均から外れた子ども」というクラスタリングがなされるということが言える。クラスタリングの距離関数としてユークリッド距離を用いた従来の研究では、活動のパターンが異なっても、活動量が同じような子どもが同一のクラスタに属してしまう。今回用いた相関係数の場合には、行動のパターンの類似度を考えているので、他の子どもの行動パターンと異なる行動をすることが多い「気になる子」の抽出に適していると考えられる。

4.3 交友関係の広さと深さの分析

4.3.1 目的

今回のクラスタリング結果が交友関係を抽出する上で意味のあるデータであることは確認できたが、1 日の活動量データの相関が高いだけでは、必ずしも交友関係があるとは保証されない。しかし、連続複数日のデータを分析して、そのいずれでも高い相関を示すのであれば、交友関係があると考えられる。

そこで、幼児がどこまで深く特定の幼児と付き合っているかという「深さ」と、幼児がどれだけ大勢の幼児と一緒に過ごしているかという「広さ」の値を、上記のクラスタリング結果から取り出すこととした。具体的には以下のステップを用いた。

ステップ 1: 約 1ヶ月にわたって歩数計を装着してもらい、それぞれの日の自由遊びの時間帯について、デンドログラムの作成を行う。

ステップ 2: 各日のデンドログラムをそれぞれ 8 つのクラスタに分類する。「8」という数字は、パートンの理論から、幼児は 3 人から 4 人程度のグループを作って遊ぶ傾向が

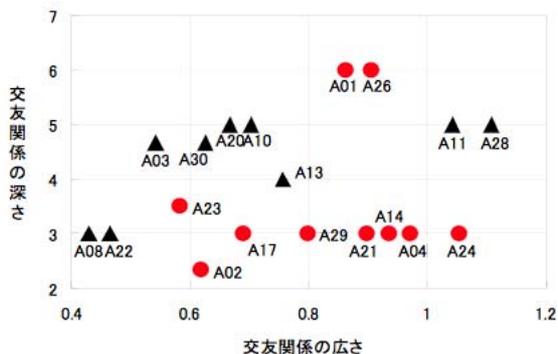


図 3: Ward 法による交友関係の広さと深さのプロット

高いというものがあり、クラス全体の人数 30 名を分割すると 8 程度になるところから設定している。

ステップ 3: ある幼児について、他の幼児と同じクラスに含まれた日数を、全ての幼児との組み合わせについて算出する。この処理を全ての幼児について行う。

ステップ 4: 「広さ」と「深さ」を算出する。「広さ」は他の幼児と同一クラスに含まれた回数の中央値とする。また、「深さ」は、他の幼児と同一クラスに含まれた回数の最大値とする。「広さ」で、中央値としているのは、この回数の分布が正規分布である保証がないからであり、この中央値が大きいくほど、より大人数のクラスにいつもいることになる。一方、深さは、もっともしばしば一緒にいる幼児について、その回数を調べている。これによって、その幼児との付き合いの「深さ」を出そうとするものである。この深さと広さをそれぞれの幼児について求め、それをグラフにプロットする。

4.3.2 分析の結果

今回、広さ深さの抽出を行ったデータは第 2 回観察 (10 月 22 日 ~ 11 月 2 日) に行われた自由遊びの時間の活動量である。図 3 と図 4 は第 2 回観察に行われた自由遊びでのデータによるデンドログラムを、Ward 法と最近隣法を用いて 8 つのクラスに分類した、子どもの交友関係の広さと深さの分析結果である。三角印が男子の子、丸印が女子の子を示している。

X 軸はクラスの中のほかの子とも同一のクラスに属した日数を、最大日数で正規化した、標準偏差を求めている。この値が大きいくほど付き合い相手特定されていない、つまり図の右に行くほど、交友関係は広いことを示している。一方、Y 軸では各子どもについて、最も同一クラスに属した各クラスメイトと、同じクラスに分類された日数を、その子どもとの付き合いの「深さ」として定義している。図の上に行くほど、親密な付き合いをする子どもであることを示している。

図 3 の Ward 法の結果を見てみると、A08 の子どもが左下にプロットされている。この位置は、交友関係が狭く、浅い傾向にあると判断された子どもがプロットされていると考えられるのだが、保育者へのヒアリングから、A08 の子どもは気になる子であることが確認されており、人手による観察記録においても、集団から孤立しがちな存在として判断されている。また、その隣りにプロットされている A22 について保育者に確認を取ったところ、A08 の行動が他の子どもと変わっていることに興味を持ち、観察するようについて歩いているため、他の子どもたちとの接触が少ないとのことであった。

一方、図 4 の最近隣法の結果を見てみると、A29 の子どもが左下にプロットされている。Ward 法の分析時と同様で、この位置は、交友関係が狭く、浅い傾向にあると判断された子

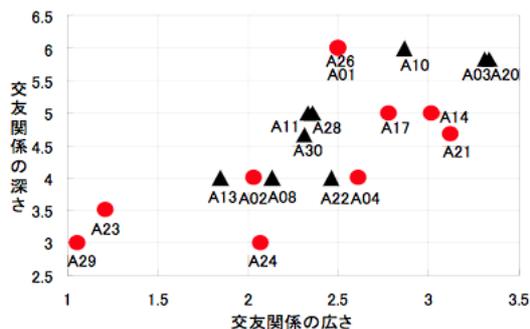


図 4: 最近隣法による交友関係の広さと深さのプロット

もがプロットされていると考えられるのだが、A29 の子どもは転入生であり、まだ十分に打ちとけていないことを、目視による観察から確認している。

しかし、Ward 法では抽出されていた A08 の「気になる子」が、最近隣法では集団の中に埋もれており、抽出出来ていない。この結果から、Ward 法は、A08, A22 のペアの様な、特別な活動量を持つ子ども同士を同じクラスに分け、グループ化し抽出する処理に強く、最近隣法は、A29 の様な個々で特徴的な活動量を持つ子どもを抽出する処理に強いことが確認できた。以上の結果から本手法における「交友関係の広さ深さ」の分析は、各子どもの幼稚園での人物特性を反映していることが確認できた。また各子どもは、交友関係の広さと深さの視点から、次の 4 つに分類できることもわかる。

孤独型: 交友関係が狭く、深さも浅い子ども。この分類の子どもは独り遊びを好む場合と、いわゆる「気になる子」である場合がある。プロットでは左下に位置する。

社交型: 交友関係の深さは浅いが、多くの友人を持ち、誰とでも遊べる子ども。プロットでは右下に位置する。

親密型: 交友関係の広さは狭いが、ある特定の友達と深くつきあいができる子ども。プロットでは左上に位置する。

社交型+親密型: 交友関係が広くさらに多くの友達と深くつきあいができる子ども。プロットでは右上に位置する。

気をつけなければいけないことは、右上にプロットされる子どもは、一般的に成長に大きな問題を抱えていることは少ないが、それ以外の子ども、つまり孤独型や社交型、親密型に分類されたからといって、すぐに「気になる子」ではない、ということである。

4.4 性別の違いによる交友関係の相違

5 歳児のクラスになると、はっきりと男女の性別により、交友関係の差が現れてくる。そこで、男女別に交友関係の広さ深さの分析をし、5 歳児の男女別の分析結果を比較した^{*1}。

子どもは 5, 6 歳になると同性の友達を選択し、性にあった遊びを行うようになるという。また、その傾向は、女の子に早く出現し、男の子には遅れて現れると報告されている [繁多 91]。相関分析の結果では、社会的スキルの高さは男の子では同性仲間からの人気度と、女の子では異性仲間からの人気度と関係していることが報告されている [中台 03]。そこで今回のクラスタリングを、男女の性別ごとに行った。クラスタリングデータは今回観察した全観察期間のデータを用いており、最近隣法を用いてクラスタリングを実施した。

図 5 は男の子の交友関係の広さと深さの分析結果であり、図 6 は女の子の分析結果である。図 5 と図 6 を比較してみると、

*1 男女別の分析の有用性については、久留米大学医科部小児科学教室の松石豊次郎教授からアドバイスを頂いた。

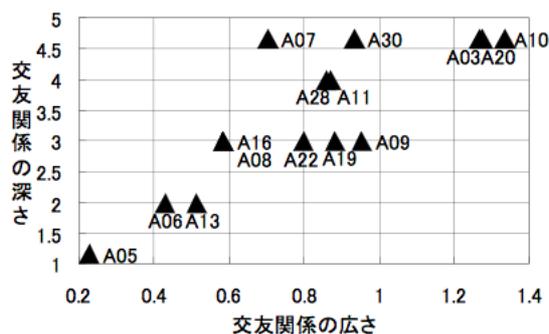


図 5: 男の子の交友関係の広さと深さのプロット

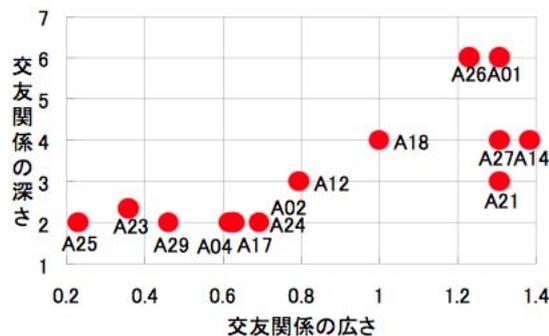


図 6: 女の子の交友関係の広さと深さのプロット

男の子の方が比較的、グラフの上部にプロットが集まっており、一方で、女の子は下部、特に左側の下部にプロットが集中していることが確認できる。このことから、このクラスの子どもは、男の子の方が、一人であることが少なく、特定の友達と行動を共にする傾向にある。一方、女の子は、友達と一緒に活動する時間と、一人で活動する時間を持っており、多くの時間を友達と活動を共にする男の子とは違った傾向にあるといえる。つまり全体的な傾向として、男の子のプロットの分布に比べ、女の子のプロットが下になっていることから、女の子の方が精神的な成熟が早いという傾向が見えた。

以上のことから、本稿で提案した「交友関係の広さと深さ」という概念を用いることにより、性差による子どもの発達の違いをある程度客観的に示せたと言って良い。

5. まとめ

5.1 得られた成果

本稿では、加速度センサを内蔵した歩数計が記録する子どもの活動量を用いて、子どもの交友関係を抽出する手法を提案した。活動量は4秒ごとに0から9までの値で記録される。この記録された活動量のデータのうちに、子どもの交友関係が顕著に表れると思われる自由遊びの時間のデータを切り出し、それを用いてクラスタリングを行った。クラスタリングにおける距離関数は、活動の強さが似ている子ども同士の距離が短くなる従来のユークリッド距離ではなく、活動のパターンが類似している子ども同士の距離が短くなるピアソンの積率相関係数を用いた。クラスタリングでは Ward 法と最近隣法を用いた。Ward 法を用いると、各クラスにほぼ同数の子どもが分類されることから、子どものグループ化の様子が抽出できる。一方、最近隣法を用いると、平均的な子どもと平均から外れた子どもというクラスができ、その結果「気になる子」の抽出が可能になる、という結果を得た。このクラスタリングの結果は、保育者の観察結果とも一致した。

またクラスタリング結果から、子どもの交友関係の広さと深

さを表す尺度を提案し、それを用いて子どもを分類することができることを示した。この分類によれば、子どもは「孤独型」「社交型」「親密型」「社交型+親密型」の4つの種類に分類できることが明らかになった。そして「孤独型」に分類された子どもの中に、「気になる子」が分類された。さらに男女の性別に子どもをクラスタリングすることにより、男女間の成長の違いの一端を解析することに成功した。

5.2 今後の課題

今回提案した手法には、「自由遊びの時間帯の切り出し」という課題が残っている。今回は、1日の活動量のデータから、子どもの自由遊びの時間を切り出して分析を行った。この切り出しは手作業で行ったが、切り出しのためには目視による子どもの観察とその記録が不可欠である。しかし、これには多大の時間がかかっている。今後は活動量のデータだけから、子どもの活動の種類（設定保育、自由遊び、朝礼、昼食など）を切り出す方法の開発のためには、以下のようなことが必要である。

1. 活動量の推移からの、子どもの活動の種類が変化する部分の特定（セグメンテーション）
2. セグメンテーション化された各セグメントの活動の種類特定（クラシフィケーション）

参考文献

- [Kono 05] Kono, A., Shintani, K., Ueda, M., and Kaneda, S.: NEW CHILDHOOD OBSERVATION METHOD BY ACTIVE MASS, in *Proc. of the 4th IASTED International Conference on WEB-BASED EDUCATION*, pp. No.461-812 (2005)
- [Kumon 06] Kumon, S., Kohno, A., Shintani, K., Kaneda, S., and Haga, H.: Research for Analysis of Companion Relation Based on Measurement of Action, in *Proc. of PECERA 7th Conference*, pp. 168-169 (2006)
- [三木 05] 三木 紀佳, 九門 さほ, 糠野 亜紀, 新谷 公朗, 金田 重郎: 子どもの活動量を基にした観察手法の提案, 電子情報通信学会知能ソフトウェア研究会資料 (2005)
- [中台 03] 中台 佐喜子, 金山 元春, 前田 健一: 幼児の仲間集団における人気度と社会的スキル: 同性仲間と異性仲間からの評価, 広島大学心理学研究: Hiroshima psychological research, pp. 151-157 (2003)
- [岡田 04] 岡田 昌史 (編): R Book データ解析環境 R の活用事例集, 株式会社・九天社 (2004)
- [繁多 91] 繁多 進 (編): 社会性の発達心理学, 福村出版 (1991)
- [スズ] スズケン: <http://www.suzuken.co.jp/index.html>
- [田中 70] 田中 熊次郎: ソシオメトリー入門: 集団研究の一つの手引, 明治図書出版 (1970)
- [上田 05] 上田 真梨, 三木紀佳, 糠野亜紀, 新谷公朗, 金田重郎: 保育者の気づきを喚起する行動量に視点をいた観察手法の提案-歩数計とクラスター分析を用いた発達段階の自動抽出-, 情報処理学会・第 67 回全国大会論文集, pp. No. 5A-1 (2005)