

# 教育方法を可視化する技術開発に関する研究

## －向き情報を用いた「流れ」と「リズム」の導出－

Research on Technology Development to Visualize Educational Methods  
: Derivation of "Flow" and "Rhythm" Using Direction Information

山田 徹志\*, 宮田 真宏\*\*, 大森 隆司\*\*\*

Tetsuji Yamada\* and Masahiro Miyata \*\* and Takashi Omori \*\*\*

\*玉川大学学術研究所, 194-8610 東京都町田市玉川学園6-1-1

\*\*玉川大学脳科学研究所, 194-8610 東京都町田市玉川学園6-1-1

\*\*\*玉川大学工学部, 194-8610 東京都町田市玉川学園6-1-1

\*Research Institute, Tamagawa University,

6-1-1 Tamagawagakuen Machida-shi Tokyo 194-8610

\*\* Brain Science Institute, Tamagawa University,

6-1-1 Tamagawagakuen Machida-shi Tokyo 194-8610

\*\*\*College of Engineering, Tamagawa University,

6-1-1 Tamagawagakuen Machida-shi Tokyo 194-8610

### Abstract

In this study, we attempted to derive the "flow" and "rhythm" inherent in educational methods by using the intersection point group(IPG) data assuming the line of sight from the direction information of children in a group, as a trial for the development of technology to visualize educational methods. We applied a probability distribution modeling and Fast Fourier Transformation to IPG data that is annotated with an early childhood education video. As a result, a specific distribution pattern was observed in IPG as the three time intervals where characteristic changes in IPG distribution occurred. In addition, the similar frequency components were found in the distribution of IPG in the same time interval. When these results were compared with the qualitative evaluation of the instructional plan, it was confirmed that the "flow" of the activity design and the "rhythm" of the teacher's action in the educational method were related to the characteristics of IPG distribution. These results suggest that it is possible to visualize the "flow" and "rhythm" of educational methods from the IPG analysis.

Keywords: Education method, Image analysis, Direction information, Situation estimation, ICT

## 1. はじめに

### 1-1. 子どもの心の発達と教育方法

昨今、非認知能力、社会情動的スキル、GRITといった心の発達に関わる能力の醸成のための教育手法が議論されている<sup>1,2,3)</sup>。その中には、メタ認知、忍耐性、協働性など幅広い要素が含まれているが、それらは一般的な読み・書き・そろばん

のような学力評価では評価が困難である。これらの能力の育成には、個々の子どもの成長を長期に追跡する縦断研究および経済投資効果に関する国際調査から、早期教育段階の環境整備が有効であると報告されている<sup>4,5)</sup>。これを受け、そのような環境整備に直結する就学前教育や保育の重要性が再認識されてきている。そして、文部科学省が

規定する教育指針（幼稚園教育要領，保育所保育指針，認定こども園保育・教育要領）にも非認知能力という用語が使用され，教育実践の現場においてその能力の醸成策を講じることが重要であると示されている。

一方でこの環境整備は，早期教育を一律に導入すれば子どもの心の発達が進むというような単純な問題ではない。教育環境の整備と心の発達との因果関係の解明についてはこれまで，教育場面での教諭から子どもへの働きかけの評価の一環として議論されてきた<sup>6,7)</sup>。つまり，教諭がどのように子どもと関わり支援しているかという教育の具体的方法と心の発達の関係である。これらは，日誌，エピソード，ドキュメンテーションなどに実践的事実として記録されているが，その内容はそれを記録する個々の教諭の経験に大きく依存している。

特に，教科教育ではない幼児教育・保育は，子どもの「遊び」・「生活」といった日々の営みとして実施され，子どもの環境への主体的な関わりを通した学びを基礎としている。その為，定型化された教授法や学習方策はなく，その日の子どもの状態や天候等の状況に応じて，即時的かつ流動的に教育方法を変化させる。さらに，保育施設の運営方針により教育に対する考え方も大きく異なり，教育方法の範囲や傾向には大きな幅がある。

したがって，子どもの心の発達への大きな寄与が予想される教育方法の実際は，個々の教諭の教育設計と実施方策に委ねられる。そして，たとえその実践に基づく記録が存在するとしても，統一的な評価による心の発達との因果関係の導出は困難である。

## 1-2. 教育方法に内在する「流れ」と「リズム」

現状，どのような教育方法が心の発達へ影響するかは明らかでない。そこで本研究では，教育方法に内在する教育設計の「流れ」と教諭の働きかけの「リズム」に着目した。

教育方法の定義・種別は幅広いが，教育現場で

共通して使用する資料に指導計画（保育計画含む）がある。これは，教育方法を実施する上での設計図と言える。指導計画に記載される内容は，子どもの教育段階に応じた個々の教諭の教育設計（教育デザイン）の現れそのものであり，その内容には教諭の間で差異がある一方で，共通する主要因として「生徒児童の姿」，「子どもの姿」が想定されている。教諭は関わる子どもの姿を想定し，その日に実施される教育内容を設計する。そして，指導計画の中には子どもの教育活動への自発的な参加を想定した教育設計の基礎構造がある<sup>8,9)</sup>。そこでは，教育の目的を実現する為の活動へ子ども達の状態を導く道筋が設定される。つまり，指導計画に記された教育活動の意図的な設計には，目的とする活動を実施するまでの教育方法の「流れ」が共通構造として存在する。なお，週/月/年単位で記述される計画もあるが，本論では日案に相当する1日の教育設計を対象とする。

次に，教諭は子どもとの関わりの中で，暗黙的に子どもの教育に関係する心の状態（内的状態）の変化に即時的に対応し，教育方法を調整する。これは教諭の基本的な働きかけであり，以前より「教育的タクト」と呼ばれて教諭の潜在的なワザとされてきた<sup>10,11)</sup>。そして教諭の働きかけについては，総合リズム教育の中で子どもの教育活動への参加状態を維持する為の特定の「リズム」の重要性が示唆されている<sup>12,13)</sup>。このリズムについて本研究では，教諭から子どもへの働きかけの「緊張」と「弛緩」の周期であると考ええる。例えば，教諭が子どもに学習へ集中させる教示を行ったとして，集中を長時間継続することは困難であり，教諭はその合間に自由時間を設けて息抜きをさせたりする。このような集中と弛緩の働きかけは，多くの教諭が子どもの集中を維持するために意識的／無意識的に行っていると考えられる。であるなら，教諭の子どもへの働きかけには先の「流れ」と同様に共通の周期的な働きかけに伴う「リズム」が存在する可能性がある。

つまり、多様な教育方法に共通する「流れ」（教育活動の設計）と「リズム」（子どもへの周期的な働きかけ）が存在するなら、これらは教育方法の可視化の対象となり得る。

### 1-3. 教育方法と子どもの視線情報

教育方法の可視化については、子どもの集中度・覚醒度は視線情報より推定可能であることが先行研究にて示唆されている<sup>14, 15)</sup>。また、我々のこれまでの研究からも子どもの関心状態の発生には視線の先にある対象物が影響することが確認されている<sup>16)</sup>。そして当然ながら、子どもの視線は教諭の教育方法の「流れ」の影響を受ける。

例えば、子ども達が落ち着いている絵本の読み聞かせの場面では、子どもの視線は教諭や絵本へと集中する。一方で、自由時間などの教諭の明確な教示がない場面では、子どもの視線は雑談する友だちや窓の外の風景などへと向けられ離散する。つまり、子どもの視線には教育方法の「流れ」が反映されており、視線情報からの「流れ」の可視化が期待できる。同時に視線は、教諭の働きかけに呼応して変化する。例え幼児であろうとも心の理論の発達の前兆として共同注意が発現することが、他者の伝達意図理解の研究において示されている<sup>17)</sup>。つまり、教諭の働きかけに子どもの視線の動きが随伴するため、教諭の働きかけのリズムに応じた周期的な特徴が、子どもの視線の動きに現れるはずである。

以上より、子どもの視線を検出し、その発生傾向を分析するならば、教育方法の「流れ」と「リズム」の可視化が期待できる。

### 1-4. 向き情報からの教育方法の可視化

教室内の個々の子どもの視線の検出は現在の工学的技術を用いても難しい。特に、幼児教育・保育場面のような「遊び」中心の教育活動では、子どもの動きは活発で非定型であり、安定したセンシングは不可能に近い。そこで、本研究では、子どもの体の向き情報を視線情報の代替として、保育場面の映像から人手による記述（アノテー

ション）により獲得し、分析を試行した。また、個々の子どもの視線の先にある対象物の同定にも限界がある為、集団の子ども個々の体の向きを視線と想定して伸ばした直線群の交点を分析の対象とした。これは、我々のこれまでの関心推定研究において体の向き情報が関心対象の推定に有用であることを示したことによる<sup>18, 19)</sup>。

ここまでを踏まえ本研究では、教諭の教育方法の「流れ」と「リズム」の可視化について以下の仮説を設けた。

- ・子どもの向き情報から教育方法の「流れ」が可視化できる
- ・子どもの向き情報の変化周期から教育方法に内在する「リズム」を可視化できる。

以上より本研究では、教育方法の可視化手法として子どもの向き情報より、教育方法の「流れ」と「リズム」の導出を目的とした。より具体的には、教育映像のアノテーションにより集団中の個々の子どもの体の向き情報を得て、それを視線と想定して伸ばした直線群の交点（向きの交点）を求める。そして、その交点群の分布の標準偏差（以下、交点の広がり）の時間変化を求め、そのゆらぎに高速フーリエ変換（FFT）を適用した。これらの分析結果を通し、教育方法の「流れ」と「リズム」には一定の分布パターンと周期性があることを示す。

## 2. 分析の対象と方法

### 2-1. 幼稚園の活動映像：アノテーションデータ

本研究では幼稚園で記録した教育活動映像について、教育歴5年以上のアノテーター3名によりアノテーションされた「子どもの位置・向き」データを使用した。記述の単位は、位置に関しては1mm単位、向きに関しては1度単位である。

本研究で対象とした教育活動の計測環境、分析対象、分析手順は以下の通りである。なお、以降の分析は、センサ装置で取得した映像記録のうちカラー画像についてのみ行なった。

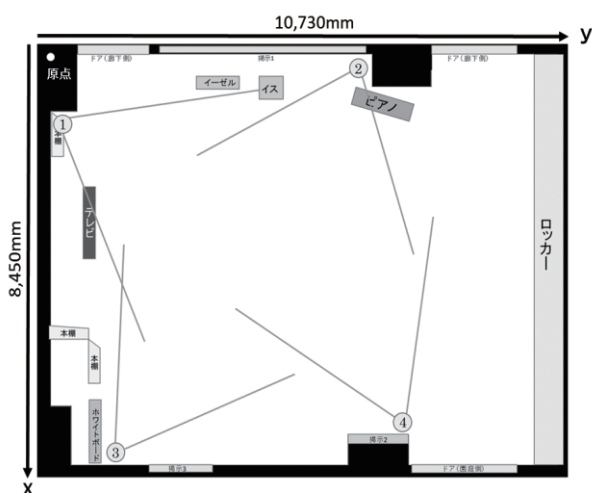


図1 映像取得時の保育室と計測機器の配置と座標系



図2 記録した保育活動の一場面

【計測環境】: Kinect v2, ビデオ, 指向性マイクを使用した. Kinect v2は保育室内の4方向からカラー映像 (1920×1080pixel, 水平視野角70度), 深度画像 (512×424pixel) を30fpsで取得・保存した (図1. 2). 図2の①～④は, 図1の保育室中①～④の位置からの映像である. なお, 記録した保育室の地図は, 図1左上を原点として縦方向をx軸 (8,450mm), 横方向をy軸 (10,730mm) とした.

【分析対象】: 玉川学園幼稚部の英語教育クラスの2016年9月29日の保育活動18分53秒 (1,132sec) に参加した4歳児クラス18名, 英語教育の担任保育者1名, 活動時の補助保育者2名, 研究者1名の内, 子ども18名を分析対象とした. なお, 本調査は, 玉川大学研究倫理委員会及び保護者の承認のもと実施された.

## 2-2. 集団の子どもの向き情報の分析

本研究では, 子どもの向きから集団の視線を想定した情報を得る為, 取得した教育映像のアノテーションデータをもとに, 子どもの18名の位置と体の向きから求めた向きの交点群を分布とみなし, その分布の標準偏差を交点の広がりとした.

この交点群は集中しているときには特定の対象を見ていると考えられ, 離散しているときは集団の子どもの関心は離散していると考えられる. そこで, 交点の広がりの時間変化には, 集団の子どもの関心対象の変化が表れていると考え, その1秒ごとの時間変化パターンに対して以下の分析を実施した.

### 分析1. 体の向きからの視線を想定した交点情報と教育活動の試験的比較

交点の広がりの時間パターン中の, その広がりが最大と最小となる特徴的な2箇所について, その場面を可視化して実際の教育活動と比較した.

### 分析2. 教育設計に基づく活動時間区間ごとの交点分布パターンの比較

指導案の導入・展開にみる教育設計を参考に, 当日の教育映像を確認しながら子どもの視線情報の①離散区間, ②収束区間, ③集合区間を選定し, 各時間区間の交点の広がりの確率分布を比較した.

### 分析3. 活動時間区間ごとの交点の広がりパターンの時間周波数の比較

分析2より選定した①～③の時間区間における交点の広がりの揺らぎにFFTを適用し, 各区間の揺らぎのパワースペクトルを算出し比較した. そして, 得られた周波数成分の分布と同区間の教育映像から, 教諭の集団の子どもに対する働きかけを定性的解釈により評価した.

## 3. 結果と考察

### 3-1. 視線を想定した交点の広がりと教育活動

図3は子ども18名の1秒ごとの交点の広がりの時間推移を示している. 交点の広がりの最小値



の箇所（図3中、註1）は603秒目、最大値の箇所（図3中、註2）は962秒目であった。

次に、両箇所についてその交点の広がりを実測した保育室の地図上に示し（図4、5）、対応する教育場面の映像と比較した。この時、図4、5では丸印とそこから伸びる線が個々の子どもの位置と向きを示し、緑点が向きの交点、緑円がx軸方向とy軸方向の交点の広がりを示している。この時、図4の場面では、教諭は子どもに絵本を読み聞かせている。その為、絵本を読むという教育的な教育状況が形成され、子どもの注意は教諭に向けられ交点の広がり小さい。

一方、図5の場面は自由な行動時間であり、明確な教育的教示はない。その為、子どもたちは自由に動き回り、交点の広がり大きくなる。つまり、明確な教育的教示がある場合には子どもの視線の交点は特定の対象付近に収束し、そうでない場合に視線は離散する傾向が確認された。

教育活動中の交点の広がり最大となる「自由時間」の瞬間と最小となる「絵本の読み聞かせ」の瞬間（図3中、註2）とでは、教諭の集団への行動要請の強さに違いがある。「自由時間」では集団に対する明確な行動要請はない一方、「絵本の読み聞かせ」では集団の子どもへの行動要請は強い。つまり、教育活動内容に応じた子どもへの行動要請の強さの変化が、視線の向き、ひいては交点の広がり現れたと考える。

同時に、集団における個々の子どもの向きは、教諭が実施する教育活動の性質にも影響されることが示唆された。例えば、教諭が子どもたちへ次の活動の説明をする時や絵本を読み聞かせる時などには、子どもは動きや発話を減少させて教諭の話等の教示情報を得ようとする。つまり、教諭が設計実施しようとする教育活動の性質にも依存して子どもは自己の行動を調整し、それが子どもの向きの広がり反映する。

よって、教育活動からの要請の強さやその性質

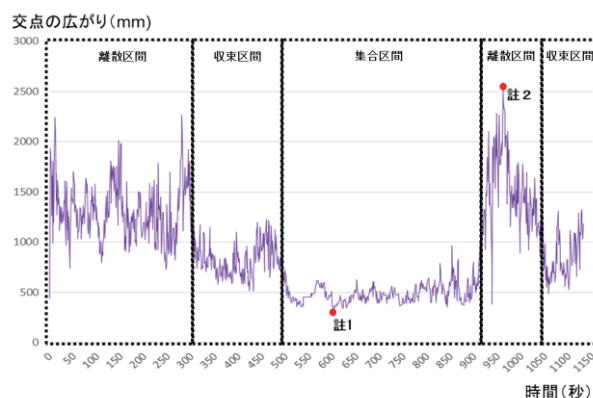


図3 映像中の交点の広がり時間変化

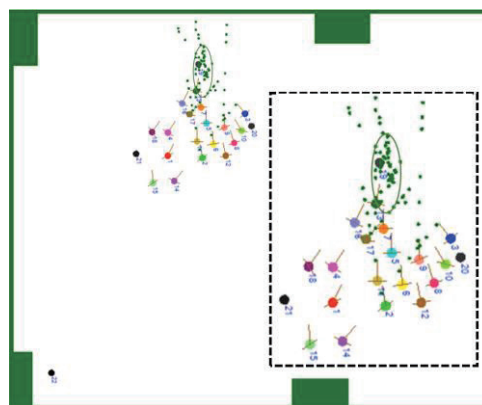


図4 交点の広がり最小の場面  
「絵本の読み聞かせ時間」

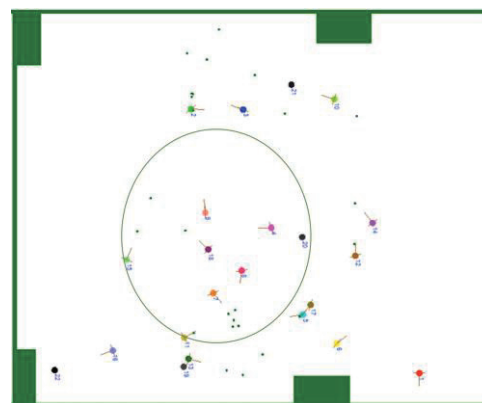


図5 交点の広がり最大の場面  
「自由な行動時間」

が影響する交点の広がり、ひいてはその元となる子どもの向きの分布が教育方法の可視化に有用であると考えられる。

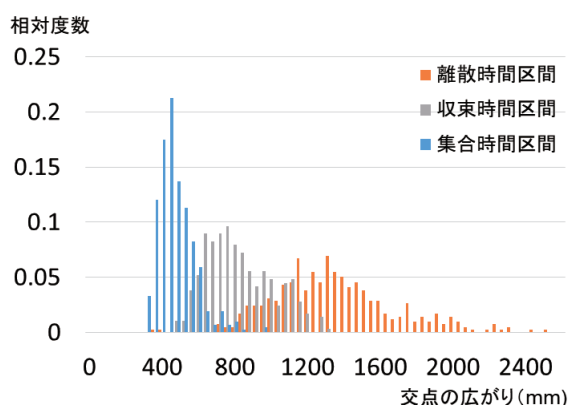


図6 各時間区間における  
交点の広がり確率分布

### 3-2. 教育設計に基づく活動時間区間ごとの 交点の広がりパターン（流れ）

取得された教育映像について、指導計画にて想定された子どもの活動の姿を参照し、活動時間を以下の3種の時間区間に定性的に区別した（図3点線で囲んだ時間区間）。

- ・離散区間（1～301秒間/917～1033秒間）  
子どもの動きが自由になり交点分布が大きく離散する時間区間
- ・収束区間（302～492秒間/1034～1132秒間）  
教諭が次の活動への移り替わりを示唆し、それに伴い向きの交点の分布が収束し始める時間区間
- ・集合区間（493～916秒間）  
明確な教示が教諭より示され、集団の子どもの向きの交点の分布が持続的に集中する時間区間

次に、選定した各時間区間の交点の広がり分布を求めた（図6）。結果、離散時間区間では正規分布に近い形状を示したが、収束時間区間と集合時間区間では非正規的な傾向が強くなるポアソン分布のような性質を示した。このような分布が現れるには何らかの理由があると思われるが、現時点では不明である。

離散時間区間から収束時間区間、集合時間区間へと交点の広がりが段階的に小さくなる過程は、

教諭が自分の教育意図に応じて子どもの内的状態を教育的に望ましい状態に誘導していく過程の表れであると考えられる。つまり、交点の広がり（の）違いは、事前に子どもの姿を想定した教育の設計内容の影響を受けている。これは、交点の広がり（の）最大値/最小値の検出箇所と教育活動の性質の違いより示した解釈と同義だが、時間区間というより俯瞰的な情報取得範囲から、教育方法のおおまかな「流れ」の可視化に繋がると考える。

取得映像における教育計画に基づく時間区間の一連の変化は、「離散」⇒「収束」⇒「集合」⇒「離散」⇒「収束」である。これは、まず、集団の子どもが、広い空間で動き回りその空間に慣れるまで待つ（離散）。その後、絵本の読み聞かせ活動の展開に向け、徐々に集団の同調を図る歌やゲーム時間（収束）を経て、落ち着いて絵本の読み聞かせ活動を行う（集合）。その後、自由な時間で緊張をほぐし（離散）、落ち着いて活動を終えるため再び同調をはかる歌や挨拶を行う（収束）、という子どもの姿の想定に応じた教育活動の設計の「流れ」と解釈できる。これより、離散時間区間、収束時間区間、集合時間区間に教育設計を分類し、その時間区間の交点の広がり（の）パターンから教育方法の「流れ」が可視化される可能性が示された。

### 3-3. 時間区間に共通する類似的な周波数成分と 教諭の働きかけの「リズム」

離散時間区間、収束時間区間、集合時間区間の交点の広がり（の）変化に共通の「リズム」を探すため、それぞれの時間区間のゆらぎパターンに高速フーリエ変換（FFT）を適用して周波数成分を求めた。この時、入力変数は、各時間区間の交点の広がり（の）時間パターンとして、周期はアノテーションの記述が毎秒単位であるため1Hzにした。そして、デシベル基準値を2.0e-5とし、正規化および窓関数補正を行い、パワースペクトルと周波数を求めた（図7、8、9）。なお、分析区間の最小時間幅は290秒間であり、それにみあった最大リズム

ム周期を200秒として低周波カットフィルタを0.005Hzとした。

結果、離散時間区間、収束時間区間、集合時間区間では、共通して類似的に0.015～0.05Hzの間で周波数パワーが最大化した（図7，8，9の点線囲箇所）。これは、リズムの周期にして20秒から60秒程度に相当する。そして、そのパワーの各区间でのゆらぎ全体に対する振幅は離散区間（13,018mm<sup>2</sup>），収束区間（6,547 mm<sup>2</sup>），集合区間（1,123 mm<sup>2</sup>）の順に減衰した。

次に、各時間区間のパワーが最大になるリズムの具体的な姿について、記録映像を確認しながら、教諭の働きかけを定性的に評価した。結果、各時間区間の約20～60秒間周期にみる教諭の働きかけには以下の特徴が確認された。

#### ・離散時間区間

教育活動を開始し次の活動（歌/ダンス）に繋げる準備および自由な活動の時間区間であり、子ども達は大きく動く中で、教諭も大きな身振りや声掛けを行い、子どもが教諭の教示を認知しやすいような働きかけを行っていた。

#### ・収束時間区間

絵本の読み聞かせの準備場面および全体活動の終了を明示する時間区間である。この時、次の活動にむけて子どもが落ち着いて活動へ移行できるよう、屈んで視線を合わせたり、集団で手をつないだりしながら、集団の子どもの動きを同調させるような働きかけを行っていた。

#### ・集合時間区間

絵本の読み聞かせ時間であり、子どもは教諭の教示（読み聞かせ）に集中して注視、傾聴する時間区間である。この時、教諭は着座したまま目配せや問いかけを行いながら、子どもの集中状態を継続させるような働きかけを行っていた。

各時間区間の交点の広がりゆらぎのパワースペクトルからは、各区間で異なる性質の教育活動が展開されているにも関わらず、類似的に共通の周波数帯0.015～0.05Hzでの活動変化、すなわ

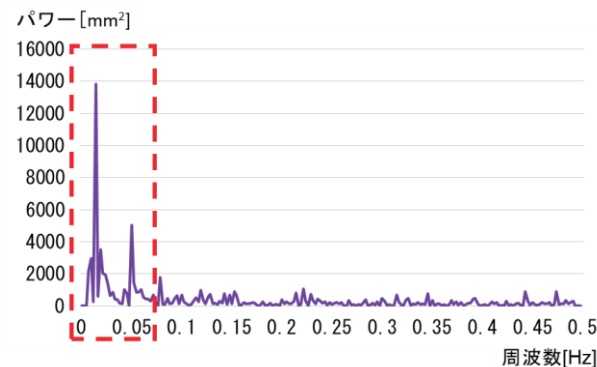


図7 離散時間区間における  
パワースペクトル

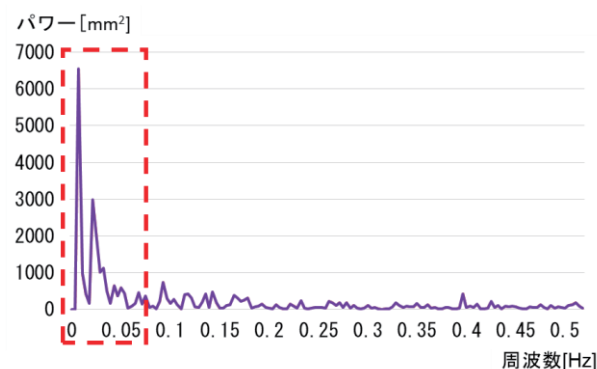


図8 収束時間区間における  
パワースペクトル

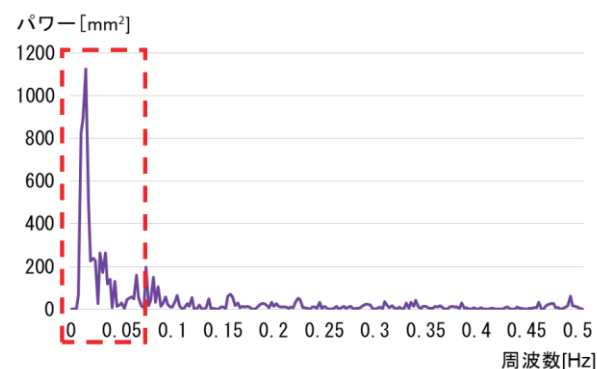


図9 集合時間区間における  
パワースペクトル

ち「リズム」があることが読み取れる。そして、この「リズム」は、教育活動中の教諭の働きかけに呼応し随伴的に表れた子どもの動きの表れと考えられる。

離散時間区間では、子どもは自由に動き周り、

行動範囲は離散する。この時、教育活動を次の展開へと移行するにあたり離散する集団の子どもへ教育的教示を伝搬させる必要がある。このため、教諭の働きかけには、大きな身体動作や声掛けが生じる。そして、収束時間区間では、子どもの行動量は同調しながら減衰し、集合時間区間では最小となる。この教育活動の内容に応じたエネルギー量の差異が、各時間区間のパワースペクトルの最大振幅に現れている。この働きかけの頻度の維持と強度調整の即時的調整が、子どもの機微な変化への対応を生み出す教諭の活動に内在する暗黙知であると推察する。

これらより、教諭の子どもへの働きかけの一定頻度（周期）と働きかけの強度（パワースペクトルの振幅）が、教育方法を実施する教諭の働きかけの「リズム」として可視化されていると考える。

## 4. まとめ及び今後の課題

### 4-1. まとめ

本研究は、子どもの向きの交点の広がりを通じた教育方法の「流れ」（教育活動の設計）と「リズム」（子どもへの働きかけの周期性）の導出法を提案し、教育方法の可視化を検討した。そしてこの分析法を幼児教育場面の映像に適用した結果は、以下のようにまとめられる。

- ・集団の子どもの向きから視線を想定した交点分布は、教育活動の特徴に影響を受ける
- ・指導計画と向き情報を比較することで教育活動は、「離散時間区間」、「収束時間区間」、「集合時間区間」に弁別できる
- ・指導計画より事前設計された教育活動の「流れ」は、特定の時間区間内における交点の広がりゆらぎパターンに現れる
- ・各時間区間の交点の広がりゆらぎには0.015～0.05Hz間に主要な周波数成分（リズム）が存在し、それは20～60秒間隔での教諭の働きかけに対応する。

### 4-2. 本研究の課題

本研究には大きく3つの課題がある。一つ目は、分析評価手法についてである。採用した周波数分析は極めてプリミティブであり、より高度な確率予測モデルと組み合わせた手法による分析検討が望まれる。

二つ目は、分析サンプルと事例解釈についてである。本研究の対象は限定的な教育活動であり、一般的な教育場面や個人の遊び場面など、より広範な教育活動での検証が必要である。また、定性的な解釈要素が多く、心理尺度や複数人の有識者による慎重な事例検討も求められる。

三つ目は、技術開発と心の発達との関係解明に向けた議論である。本分析手法を多様な教育映像に適用し、自動的に解析する技術開発が求められる。そして、教育方法の可視化と子どもの姿から、教育方法の実施過程と心の発達との関係解明に向けた議論が必要である。

### 謝辞

本研究は、産業技術総合研究所人工知能研究センター(NEDO)からの委託研究「対人インタラクション」として実施された。支援に感謝する。また、分析に関する知見を頂いた株式会社ハイラブル代表取締役、水本武志氏に感謝の意を表す。

### 参考文献

- 1) Heckman, James J. and Tim Kautz. Fostering and Measuring Skills : Interventions that Improve Character and Cognition. NBER Working Paper Series 19656Zhe, (2013) .
- 2) 国立教育政策研究所:非認知的(社会情緒的)能力の発達と科学的検討手法についての研究に関する報告書”国立教育政策研究所, 初中等教育-031, (2017)
- 3) Duckworth, Angela, Grit: The Power of Passion and Perseverance, Simon and Schuster, (2016).
- 4) Heckman, J. J., & Rubinstein, Y. The importance of



- noncognitive skills: Lessons from the GED testing program. *American Economic Review*, 145-149, (2001) .
- 5) Bowles, S, Gintis, H, & Osborne, M. The determinants of earnings: A behavioral approach. *Journal of economic literature*, 1137-1176, (2001) .
  - 6) OECD: Starting Strong 2017 Key OECD Indicators on Early Childhood Education and Care, Publishing. OECD, (2017) .
  - 7) 秋田喜代美 淀川裕美 (訳) 「保育プロセスの質」評価スケール 明石書店, (2016).
  - 8) 文部科学省幼稚園教育要領, (2017).
  - 9) 文部科学省 小学校学習指導要領解説 [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1387014.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm), (参照日2021.3.1).
  - 10) 徳永正直：『教育的タクト論-実践的教育学の鍵概念』ナカニシヤ出版, (2004).
  - 11) ミュラー ハンス=リューディガー , 伊藤敦広, 眞壁宏幹, 翻訳 ハンス=リューディガー・ミュラー : 教育的タクトの理論のために慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要 : 社会学・心理学・教育学: 人間と社会の探究 (80), 73-84, (2015).
  - 12) 江川愛都紗: 小林宗作のリズム教育論 : 始まりとしての「自然」と媒介としての「芸術」東京大学大学院教育学研究科基礎教育学研究室 研究室紀要 (39), 117-125, (2013).
  - 13) 神原雅之: 幼児と音楽 —リトミックに関する研究動向を中心に— 音楽教育学 44(1), (2014).
  - 14) 中村佳菜子, 南戸秀仁, 平澤一樹, 石川健介, 竹井義法: 注視対象が変化する学習状況における学習者の状態推定 電子情報通信学会 信学技報 119(394), 23-27, (2020).
  - 15) 寺井省吾, 川村亮介, 白井詩沙香, メラサ アリザデほか: 顔表情および頭部動作に基づくeラーニング時の覚醒度推定 情報処理学会 第82回全国大会講演論文集, 421-422, (2020).
  - 16) 宮田真宏, 山田徹志, 大森隆司: 顔情報を用いた教室内の子どもの関心対象の推定 人工知能学会全国大会論文集 JSAI2020(0), 3M5GS1202-3M5GS1202, (2020) .
  - 17) S Baron-Cohen: Mindblindness: An essay on autism and theory of mind Cambridge, MA: MIT Press:, (1995).
  - 18) 山田徹志, 浅利恭美, 青柳燎, 宮田真宏, 大森隆司: 教育活動映像からの子どもの関心推定システム開発の試み, 教育システム情報学会 2018年度特集論文研究会 研究報告集, E-3-1, (2019).
  - 19) 山田徹志, 宮田真宏, 中村友昭, 前野隆司, 大森隆司: 機械学習を用いた「子どもの育ち」の可視化: 位置・向き情報を用いた関心推定の試み, 教育工学会論文誌 J-STAGE 早期公開, (2021).  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjet/advpub/0/advpub\\_44010/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjet/advpub/0/advpub_44010/_article/-char/ja/), (参照日2021.3.1).

---

2021年3月7日原稿受付, 2021年3月19日採録決定  
Received, March 7th, 2021; accepted, March 19th, 2021