

## 原 著

## 重度脳性まひ児の reaching に関する運動解析的分析の有効性 — 姿勢と対象物提示位置の違いによる比較検討 —

南 里 清 香\*・鈴 木 由 美 子\*\*・山 中 克 夫\*\*\*・藤 田 和 弘\*\*\*

reaching は、生後最初の環境への働きかけであり、認知発達の基盤とされている。しかし、重度脳性まひ児の場合、運動の障害から reaching が困難であることが多い。このような子どもには、reaching を行ないやすい条件を整える必要がある。しかし、従来の指摘は経験的なものにとどまり、実証的なものではなかった。さらに、「どのように実証するのか」、方法論について思案する必要がある。そこで本研究では、2名の重度脳性まひ児に対し、reaching の際の姿勢と対象物提示位置の違いを3次元動作解析を用いて比較し、reaching に適した条件設定のための運動解析の有効性について検討した。具体的な指標としては、定量的指標と定性的指標を設定した。定量的指標である「玩具到達までの所要時間」、及び「移動距離」から得られた結果は臨床的指摘と一致した。定性的指標として設定した「手の移動軌跡」は、reaching 過程の運動的特徴を捉えており、適切な条件設定や阻害要因の追求に有効であると考えられた。

キー・ワード：reaching 重度脳性まひ児 3次元動作解析 姿勢 対象物提示位置

### I. はじめに

reaching とは、ある対象へ向かって手を伸ばす行為を指す。これは、周囲の環境への興味や関心から生ずる、子どもの能動的な行為である。また、この行為の結果として、働きかけた対象との接触が得られるが、これこそ子ども自身が環境に何らかの影響を与え、またその環境から何らかの情報を得るといふ、環境との相互交渉の開始と考えられる。

そして環境との相互交渉から、対象の探索・操作が始まり、概念形成や思考といった、認知発達の基盤とされる感覚運動技能獲得につながるとされている (Robinson and Robinson, 1976<sup>5)</sup>)。

このように考えると、reaching はその後の認知発達にとって大変重要な行為であると考えら

れる。

ところが、重度の脳性まひ児のように運動及び姿勢の障害を伴う場合、reaching は獲得されにくい傾向がある。そのため、脳性まひ児の本来の認知発達が阻害され可能性も考えられる。このような子ども達が環境に関わろうとする力を最大限に引き出すためには、周囲の者が reaching を引き出しやすい条件を設定していくことが必要である。

このような条件設定としては、まず、子どもの姿勢があげられる。臨床的な経験からは、reaching など上肢が使用する際には側臥位が適していることが指摘されている。この理由として、安藤 (1993<sup>11)</sup>) は「側臥位はその姿勢保持を適切に介助すると、上肢は姿勢保持から解放されるため、上肢を使いやすくなる」と推察している。また、小畑 (1986<sup>12)</sup>) は、「側臥位では ATNR (非対称性緊張性頸反射) が抑制されるため、ATNR の残存する子どもが能動的な動きとし

\*教育研究科

\*\*心身障害学研究科

\*\*\*心身障害学系

Table 1 対象児の概要

対象児	性別	生活年齢	診断名	運 動*	探索・操作*	理解*	日常reachingに 用いる上肢	備考
A.S.	女	6歳2ヵ月	CP (逕直、四肢)+MR	4ヵ月	4ヵ月	18ヵ月	左上肢	
K.K.	女	8歳9ヵ月	CP (アテトーゼ)+MR	2ヵ月	2ヵ月	10ヵ月	左上肢	ATNRの残存

\*: 「津守式乳幼児精神発達診断法0才から3才まで」による

て手を伸ばすといった活動を行うためには、背臥位よりも側臥位が適した姿勢である」と述べている。Levitt (1977<sup>3)</sup>) も、上肢の使用については、まず、正中線上の活動を引き出しやすい側臥位をとらせるべきであるとしている。しかし、これらの指摘は、すべて臨床的経験からなされたものであり、実証的なデータをもとに検討が行われているわけではない。

藤田(1989<sup>2)</sup>) は、物の置き方が不適切であると、子どもにとってその物が働きかける刺激とならなかったり、働きかけること自体が困難となったり、また、子どもにとらせた適切な姿勢が崩れてしまう可能性があるとしている。そこで、子どもの姿勢だけではなく、手を伸ばして働きかける対象である物の置き方や置く場所を考慮していくことも reaching にとって重要であると考えられる。

ところで、これらの要因のうち、どの条件が reaching に適しているかを検討する方法としては、reaching を運動解析的に分析する方法が考えられるが、その分析の指標について、reaching を行うための条件設定に対する有効性は確かめられてはいない。

そこで本稿では、reaching にとって、適切な姿勢と対象物提示位置を、いくつかの運動解析的指標をもとに分析する。なお条件としては、姿勢要因について背臥位と側臥位の2条件、対象物提示位置については正中線及び正中線を境とした左右の3条件を取り上げるものとする。運動解析的指標としては、reaching の定量的評価として reaching に要した時間と移動距離、定性的評価として reaching 動作の際の特徴を取り上げ、臨床的経験からの指摘、及び対象児の

特徴との一致から、reaching に適切な条件設定のための、運動解析的指標の有効性について論じることとする。

## II. 方法

### 1. 対象児

以下の3条件を満たす脳性まひ児2名を対象とした。対象児の概要を Table 1 に示す。

- ①自力座位保持が困難であること
- ②通常とっている姿勢では手伸ばしが困難なこと
- ③対象物を注視することが可能であること

### 2. 実験条件

姿勢については、対象児の通常とっていることの多い背臥位と、臨床上 reaching に適しているとされている側臥位の2条件設定した。

提示位置については背臥位において3条件、側臥位において2条件設定した。

背臥位については Fig. 1 に示すように、対象児の両肩峰を結ぶ直線と正中線が交わる点から、鉛直上方 20 cm の点を中央提示の位置とし、その点から両肩峰を結ぶ直線上、かつ水平方向に左右それぞれ 15 cm の点に提示位置を設定した。本稿における対象児は2名ともに reaching に左上肢を用いたため、対象児から向かって左側の提示位置を背臥位・使用手側提示、右側を背臥位・反対側提示とした。

側臥位においては背臥位と同様に正中線上への提示を中央提示とし、その点から鉛直上方 15 cm の点を上方提示の位置とした。なお、側臥位を取る際には、左上肢を使用できるように、左上肢が上側になるようにして、実験を行った。

以上の5条件のもと対象物の提示を行い、

reaching の様子を分析した。対象物は、対象児が興味を示す玩具を用いた。

### 3. 実験の方法

Fig. 2 には実験に用いた玩具提示装置と実験中の対象児の様子について示したものであ

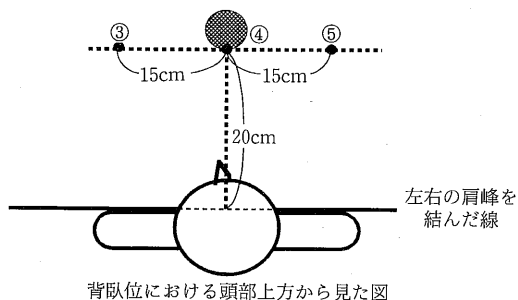
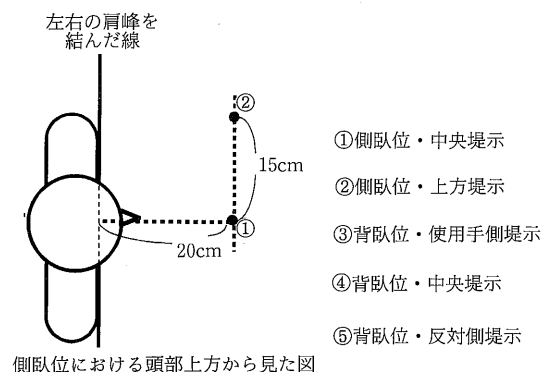


Fig. 1 背臥位及び側臥位における玩具提示位置

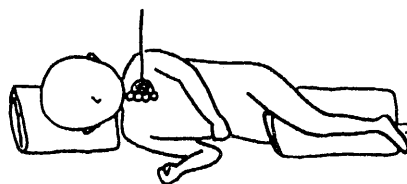
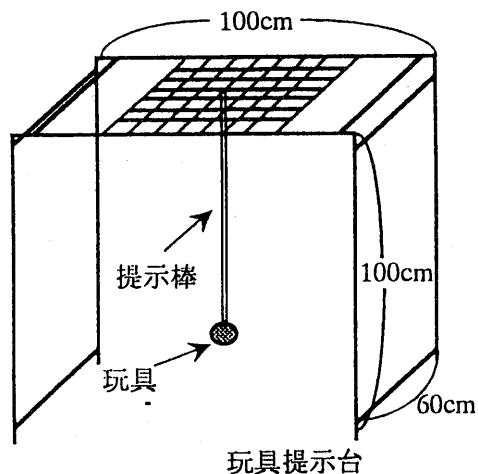


Fig. 2 実験の様子 (左：玩具提示装置、右：対象児の様子)

る。

実験は次に示す①～⑦の手続きによって実施した。実験は学習効果を排除するために、1週間以上の間隔をおいて2回実施した。

- ①提示台の下で、対象児に背臥位をとらせる。
  - ②玩具を、提示棒で提示台につす。
  - ③玩具を板で隠す。
  - ④対象児の注意が玩具を覆った板に向いていることを確認した後、板を取り除く(観察開始)。
  - ⑤30秒間観察(ただし、玩具に手が到達した場合、観察を終了)する。
  - ⑥②～⑤の手続きを、提示位置をかえて繰り返す。
  - ⑦対象児に側臥位をとらせ、②～⑥を繰り返す。
- ※姿勢については、子どもに抵抗がないように背臥位から実験を開始した。

※提示位置、玩具については偏りがないようランダムに組み合わせた。

### 4. 分析の方法

2方向から撮影された画面を合成することにより、分析対象とするポイントの経過を3次元空間の中で再生し、分析を行った。解析にあたっては3次元動作解析機 (ARIEL PERFORMANCE ANALYSIS SYSTEM) を使用した。解析の過程を以下に示す。

- ①ビデオテープに録画された画面について、

1/100 秒でタイムサンプリングを行う。

- ②分割された画面それぞれにおいて、移動経過を追うポイントをきめ、画面上に入力していく (Fig. 3 左)。
- ③画面内の大きさの基準となる、キャリブレーションの撮影された画面において、キャリブレーションの角 8 点を入力し、各点の X、Y、Z 座標を指定する。この座標が実験を行った空間の座標系の基準となる (Fig. 3 右)。
- ④ 2 方向から撮影した画面を同期させ 2 画面を合成する。

以上の作業により、raw データとして 3 次元空間内の座標 (X 座標、Y 座標、Z 座標) の経過が得られる。これをもとに指標とされる数値の計算を行った。

### 5. 分析の指標

定量的指標として以下の 4 種類を設定し、値の小さいものほど、reaching を行うことが容易であると解釈した。このうち所要時間比、移動距離比については、玩具の位置が条件によって異なり、また運動開始時の使用手の位置が一定ではないため、それを平均化する目的で設定した指標である。

- ①所要時間：玩具提示から玩具到達までの所要

時間

- ②所要時間比：所要時間を、提示開始時点における使用上肢の肩峰から玩具までの距離で除した値
- ③移動距離：玩具到達までの手の軌跡の長さ
- ④移動距離比：移動距離を、提示開始時点における使用上肢の肩峰から玩具までの距離で除した値

また、以上の定量的指標に加えて、reaching 過程の様子を検討するために定性的指標を設定し、手の移動軌跡について検討を行った。

手の移動軌跡の表記については Fig. 4 に示す。提示開始時の手の位置と玩具の位置を結んだ直線を「接近方向」軸とし、その軸と直交し、かつ床面に平行である直線を「頭部・足部方向」軸とする。この 2 つの軸を含む平面に手の移動を投影したものが「手の移動軌跡」である。手の移動軌跡の評価にあたっては以下に示す 3 点を設定した。

- ①玩具への負の接近：玩具から遠ざかる方向の動き
- ②手の移動方向：軌跡を検討した際に、接近方向軸からの逸脱が少ないほどむだのない理想的な reaching と定義し、この理想直線から頭

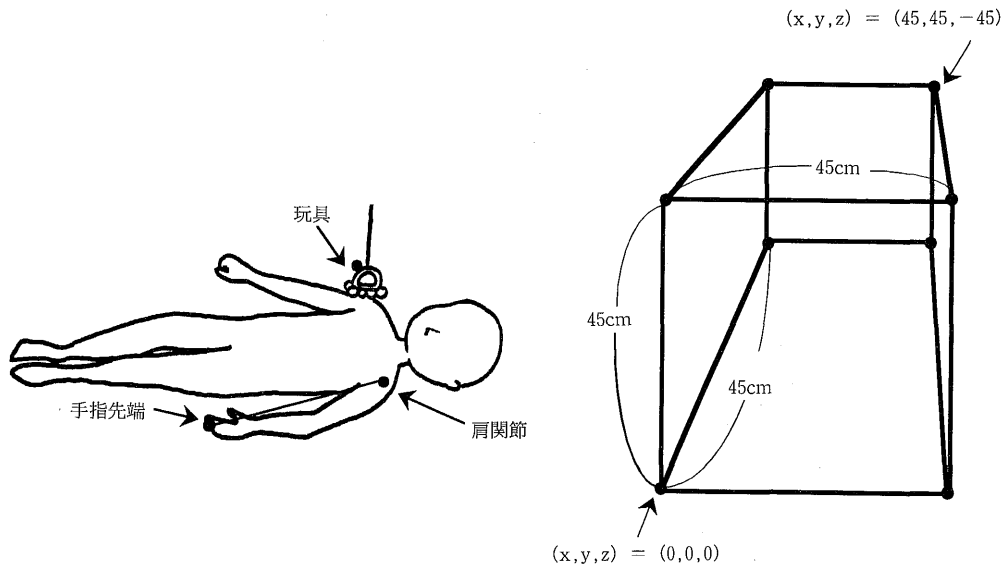


Fig. 3 コントロール画面の例

部方向、あるいは足部方向に見られる逸脱  
 ③到達までの速度変動：reaching 過程に生じた特徴的な速度変動

### III. 結果

#### 1. 定量的指標

##### 1) 所要時間

##### (1) A.S.児 (痙直型)

2 回の実験において共通した結果を得ることができた。Fig. 5 は A.S.児の所要時間について示したものである。第 1 回実験においては、その値の小さい順に、側臥位・中央提示 0.72 秒、側臥位・上方提示 1.27 秒、背臥位・使用手側提示 1.59 秒、背臥位・中央提示 2.73 秒、背臥位・反対側提示 28.15 秒という結果であった。第 2 回実験においても、同様な順で小さい値を示していた。また、条件による距離の違いを考慮した所要時間比においても同様な結果が得られた。

##### (2) K.K.児 (アテトーゼ型)

Fig. 6 は K.K.児の所要時間について示したものである。第 1 回実験においては、その値の小さい順に、側臥位・上方提示 0.86 秒、側臥位・中央提示 2.33 秒、背臥位・使用手側提示 3.58 秒、背臥位・中央提示 5.86 秒、背臥位・反対側提示 7.65 秒という結果であった。

第 2 回実験においては、側臥位における値の

順が変わり、その値の小さい順に側臥位・中央提示、側臥位・上方提示、背臥位・使用手側提示という結果を示した。この傾向は所要時間比においても認められた。なお、背臥位・中央提示、背臥位・反対側提示については、30 秒の観察時間内に玩具に到達しなかった。

##### 2) 移動距離

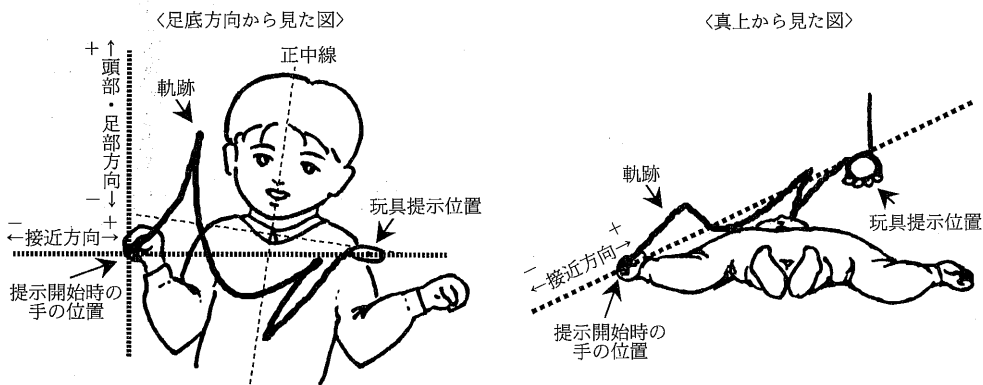
##### (1) A.S.児

第 1 回実験においては、値の小さい順に側臥位・中央提示 19.90 cm、側臥位・上方提示 54.93 cm、背臥位・使用手側提示 55.88 cm、背臥位・中央提示 82.26 cm、背臥位・反対側提示 269.66 cm という値を示した。これは第 2 回実験においても同じような順に小さい値を示した。また、移動距離比においても同様の傾向が示された。

##### (2) K.K.児

第 1 回実験においては値の小さい順に側臥位・上方提示 94.80 cm、側臥位・中央提示 113.03 cm、背臥位・使用手側提示 275.12 cm、背臥位・反対側提示 332.58 cm、背臥位・中央提示 431.52 cm であった。

第 2 回実験においては、側臥位において順序が入れ替わり、側臥位・中央提示 96.31 cm、側臥位・上方提示 147.07 cm となった。背臥位では使用手側提示においては 288.72 cm となったが、中央提示と反対側提示において、玩具に到達することができなかった。移動距離比につ



※表記のための便宜上、右上肢使用の例を示したものである。

Fig. 4 手の移動軌跡の表記法

いても同じような結果が得られた。

## 2. 手の移動軌跡

Fig. 7はA.S.児の第1回実験について、Fig. 8はK.K.児の第2回実験について、側臥位・中央提示、側臥位・上方提示、背臥位・使用手側提示における手の移動軌跡を示したものである。

### 1) 負の接近

#### (1)A.S.児

側臥位・上方提示、背臥位・反対側提示で負の接近が見られ、その回数はそれぞれ、1度、2度であった。

#### (2)K.K.児

側臥位・中央提示の1試行を除いた全ての試行に負の接近が見られた。回数としては第1回実験において、側臥位・上方提示1度、背臥位・使用手側提示4度、背臥位・中央提示7度、背臥位・反対側提示4度であった。第2回実験においては、それぞれ1度、5度、7度、8度であった(第2回実験における背臥位・中央提示、反対側提示については、30秒間に生じた回数である)。

### 2) 頭部・足部方向への逸脱

#### (1)A.S.児

頭部方向への逸脱が見られたのは、側臥位・上方提示、及び背臥位の3条件であった。

足部方向の逸脱は側臥位・上方提示に見られた。

#### (2)K.K.児

側臥位2条件においては、頭部方向への逸脱が見られた。背臥位においては頭部、足部のいずれの方向にも逸脱が見られた。

### 3) 速度の変動

A.S.児の背臥位3条件においては、reachingの過程において平均速度の変化がみられた。reaching過程の前半に見られる肘の屈曲動作、後半の伸展動作の平均速度はそれぞれ、使用手側提示37.20 cm/sec.、28.21 cm/sec.、中央提示61.56 cm/sec.、37.02 cm/sec.、反対側提示149.03 cm/sec.、40.47 cm/sec.であった。

## IV. 考察

### 1. 定量的指標

ある対象物への接触あるいはその後引き続いて起こる把握や操作を目的とするというreachingの機能に注目すると、到達までに要する

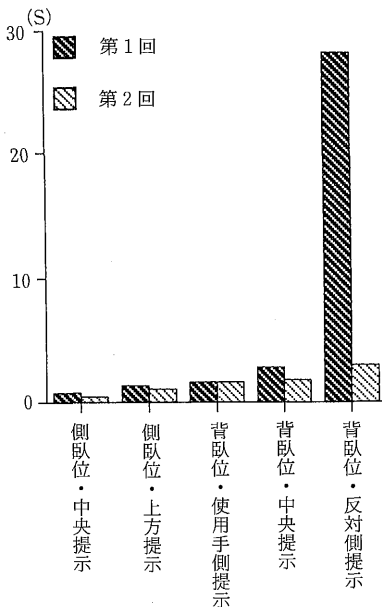


Fig. 5 A.S.児の玩具到達までの所要過時間

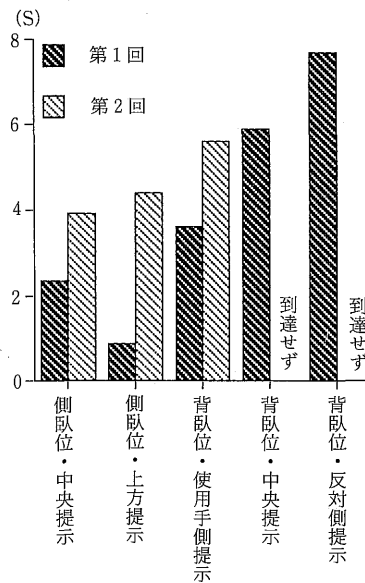


Fig. 6 K.K.児の玩具到達までの所要時間

時間や距離がより短い場合に、その目的を早く達成することができるということになる。この点については、対象物到達までの所要時間、移動距離といった定量的指標として、reaching を評価することができる。

1) 所要時間

対象児 2 名、2 回の実験ではいずれの場合も、背臥位よりも側臥位において、短時間で玩具へ到達した。

条件による玩具までの距離差を考慮するために用いた所要時間比についても、同様な傾向がみられた。

もっとも短時間で玩具に到達する場合を reaching しやすい条件であるとする、背臥位よりも側臥位が reaching に適した条件であると考えることができる。これは臨床的な指摘と一致するもので、reaching を評価する指標として有効であることがうかがわれる。

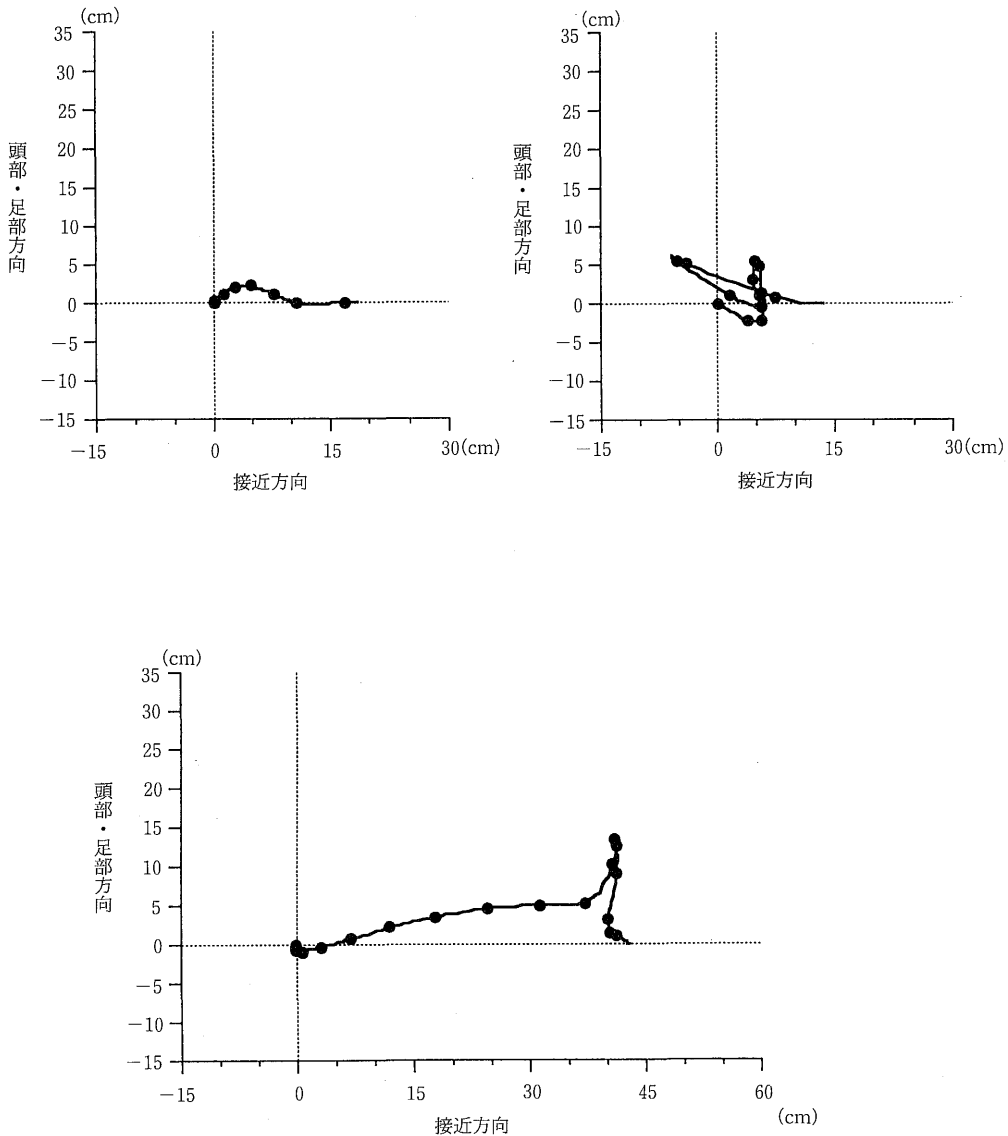


Fig. 7 A.S.児の第1回実験における軌跡 (左上：側臥位・中央提示、右上：側臥位・上方提示、下：背臥位・使用手順提示)

## 2) 移動距離

所要時間と同様、玩具到達までに移動した距離は、背臥位よりも側臥位において短いものとなった。また、条件による玩具までの距離差を考慮するために用いた移動距離比についても、側臥位においてより小さな値を示した。

玩具到達までの過程において、最短距離の移動により到達できる場合を、reachingしやすい条件であるとする、背臥位よりも側臥位がreachingに適した条件であると考えることが

できる。臨床的な指摘と一致するもので、reachingを評価する指標として有効であることがうかがわれる。

## 2. 定性的指標

定性的指標としては手の移動軌跡を用い、この手の移動軌跡を評価する視点として、「対象物への負の接近」「手の移動方向」「到達までの速度変動」を設定した。これに基づいた検討を以下に示す。

### 1) 対象物への負の接近

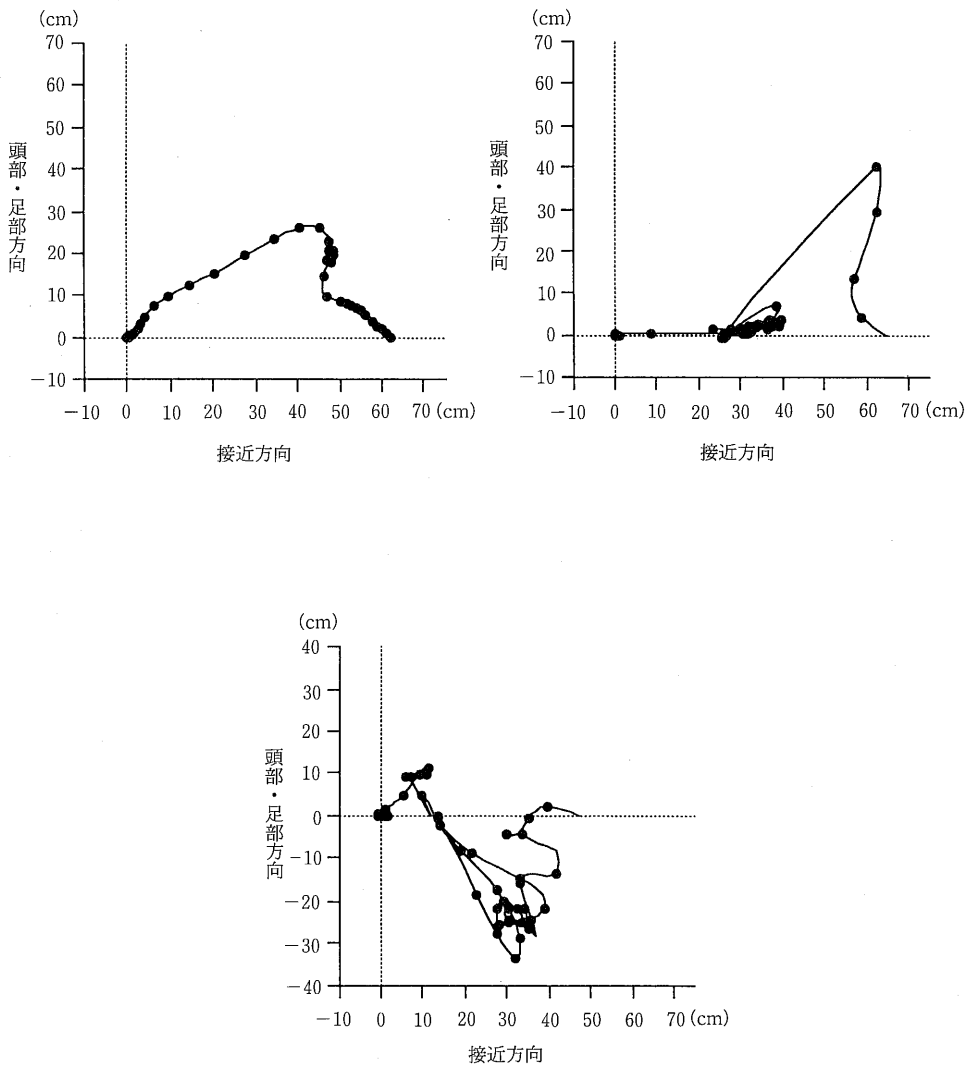


Fig. 8 K.K.児の第2回実験における手の移動軌跡 (左上：側臥位・中央提示、右上：側臥位・上方提示、下：背臥位・使用手側提示)



負の接近を、玩具から遠ざかる方向への動きとして定義し、むだのない理想的な reaching を妨げている要素と考えた。

負の接近は、痙直型の対象児では側臥位・上方提示、アテトーゼ型の対象児では背臥位の3条件全てにおいて、特徴的に示された。

痙直型対象児の場合は、定量的指標からは側臥位は背臥位よりも望ましい条件であったが、同じ側臥位における中央提示の軌跡と比較すると、側臥位・上方提示では reaching の過程において何らかの困難が生じていることが推測される。実験場面の観察と総合すると、上肢を伸ばしていく過程において姿勢保持が困難となる様子がうかがわれ、これが手の運動軌跡にもあらわれていると推測される。

アテトーゼ型対象児の場合は、背臥位3条件すべてにおいては、いずれの場合にも負の接近が頻繁に生じており、玩具への reaching が困難な様子が見られた。これは、本対象児の障害特性から考えると、全てというわけではないが、負の接近は不随意運動の影響を多分に受けており、これが手の移動軌跡にあらわれていると推測される。

## 2) 手の移動方向

特徴的に示されたものとしては、痙直型対象児の場合で背臥位の3条件における頭部方向への逸脱、アテトーゼ型対象児の場合で側臥位の2条件における頭部方向の逸脱である。アテトーゼ型対象児の背臥位条件における逸脱は側臥位条件よりも大きい結果となったが、その逸脱方向は特定できなかった。

痙直型対象児の場合、頭部方向への逸脱は軌跡における頂点の位置まで続き、その位置から玩具へ向かうという特徴が見られた。これは、痙直型に特徴的な過剰な屈曲パターンと一致するものである。

アテトーゼ型対象児の場合、背臥位においては、頭部・足部のいずれの方向にも逸脱が見られたが、側臥位では頭部方向に限定された。これにより、背臥位では不随意運動のため動きのパターンを限定できないのに対し、側臥位にお

いてはある一定の運動パターンが存在することが推測される。

## 3) 到達までの速度変動

特徴的なものとしては、痙直型対象児の背臥位条件をあげることができる。

痙直型対象児の背臥位においては、軌跡の形から、頭部方向への逸脱と、玩具への接近とに分けられる。頭部方向への逸脱は上肢の屈曲動作、玩具への接近は上肢の伸展動作にあたる。この屈曲動作における移動速度と伸展動作における移動速度を比較すると、いずれの場合も屈曲動作よりも伸展動作の移動速度が遅いものとなっていた。これにより、屈曲動作と比較して伸展動作が困難であることが推測されるが、これは痙直型の特徴と一致していると考えられる。

## 4) 総合評価

軌跡を評価するものとして設定した3視点によって指摘された知見を総合すると、手の移動軌跡を検討することによって定量的指標では捉えきれない reaching 過程の特徴を捉えることができると考えられる。

特に、reaching を困難にしている要因を捉えていくという点で、背臥位における、痙直型対象児の肘の過剰屈曲、アテトーゼ型対象児の頻繁な不随意運動、といった異常緊張パターンを特徴づけることができた。reaching を困難にしている要因を明らかにしていくことは、その要因への対応やより適切な条件設定をなしていくために重要な分析であり、この点を満たすということから、reaching を評価する指標として有効であると考えられる。

## V. 結論

脳性まひ児の reaching を検討するために、運動解析的指標としては定量的指標と定性的指標の2点を考えることができる。

定量的指標としては、玩具到達までの所要時間、移動距離を設定し検討した。統計的な検討を行っていないという点で不十分ではあるが、得られた結果は側臥位が背臥位よりも reach-

ing に適しているという、臨床的な指摘と一致していた。

定性的指標としては、手の移動軌跡を分析し、負の接近、手の移動方向、到達までの速度変動という3点から評価を行った。この3つの視点から得られた知見から、reaching 過程の特徴を捉えることができた。手の移動軌跡を検討することは、適切な条件、あるいは不適切な条件とのその要因を検討していくために有効であると考えられる。

## VI. 今後の結果

今回の実験で得られた結果は、少数事例であり、統計的に検討できるものではなく、臨床的な指摘との一致から各指標の有効性を示唆するに留まった。今後更に事例を重ね検討をすすめていく必要がある。

また reaching は「目と手の協応」の重要性からも、視線との関係が非常に深い行為である。今後は、視線の様子と reaching 過程を併せ、検討していくことが重要であると考えられる。

## 文 献

- 1) 安藤 了(1993): 重症児に対する日常姿勢管理. 理学療法ジャーナル, 27(6), 393-397.
- 2) 藤田和弘(1989): 重度・重複障害児のポジショニングに関する考察—養護・訓練との関連を中心に—. 養護・訓練研究, 2, 57-63.
- 3) Levitt, S.(1977): Treatment of Cerebral Palsy and Motor Delay. Blackwell scientific Publications.  
高松鶴吉監訳(1981): 脳性運動障害児の発達指導—運動の遅れた子どもたちの治療と育て方—. パシフィックサブライ.
- 4) 小畑文也(1986): 側臥位での遊びのポジショニング指導. 高橋 純・藤田和弘編著, 障害児の発達とポジショニング指導. ぶどう社.
- 5) Robinson, C. C. and Robinson, J. H.(1976): Sensorimotor functions and cognitive development In Snell, M. E.(Ed.) Systematic instruction of the moderately and severely handicapped. Charles E. Merrill: Ohio, 166.
- 6) 津守 真・稲毛教子(1961): 乳幼児精神発達診断法0才児から3才まで. 大日本図書.

**Three-dimensional Performance Analysis about Reaching  
in Children with Severely Cerebral Palsy :  
The Difference on Postures and Locations of Object Presentation**

**Sayaka NANRI, Yumiko SUZUKI, Katsuo YAMANAKA,  
and Kazuhiro FUJITA**

It is said that reaching is one of early infant's interaction with their surroundings and base of following cognitive development. But children with severely cerebral palsy cannot often do it, and it is necessary for them to be conditioned it by others (ex. change their posture or location of object). The purpose of this study was to examine if it is useful for the conditioning to analyze with indices in three-dimensional performance analysis. The indices were the time-required for reaching, the length of reaching trajectory, and the trajectory of hand. As a result, these indices matched clinical observations. Especially, trajectory of hand represented performance characteristics of cerebral palsy type or primary reflex.

**Key Words:** reaching, children with cerebral palsy, three-dimensional performance analysis, posture, location of object presentation