



子どもの脳の発達

子どもの脳はどのようにして形成されるか

離巢性と就巢性

離巢性動物…生まれた直後にすでに五感の機能と運動機能がある程度備わっている高等動物（馬・牛・猿）

就巢性動物…生まれた直後には五感の働きも運動機能も未熟で、巣の中で親の濃密な世話を必要とする高等動物（鳥・犬・猫・人間）

人間の子供は揃って「生理学的早産」である

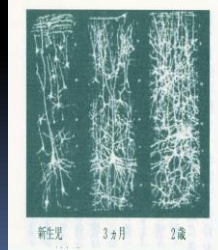
人間はこれ以上大きくなってしまうと、脳が傷つかずに産道を通れなくなるために脳が未熟な段階で出生する道を選んだ（生理学的早産）



新生児の脳の重量は平均350g（体重の1/10）
一般成人の脳の平均重量は1300g（体重の1/45、哺乳類中体重比は最大）
2歳から3歳までに1000gを超える

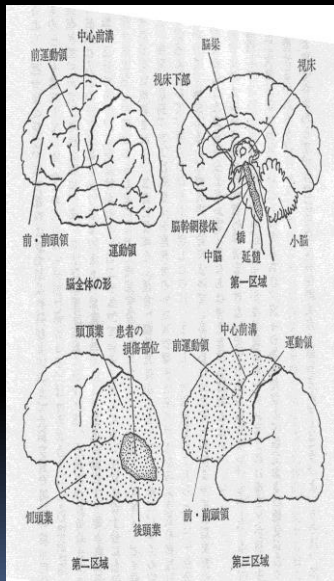
この重量の増加は、神経細胞数が増えるわけではない。神経細胞の数は増えることはなく、むしろ減っていく。神経と神経をつなぐネットワークが網の目状に張り巡らされていく（5歳まで）

その後、使用される経路は残り、使用されない経路は消えていく（神経の剪定、10歳まで）
剪定後、ミエリンが軸索を覆い、絶縁が施され、神経伝導速度は飛躍的に速くなる（思春期頃まで）。



新生児から2歳までの脳の発達
（橋下、1997）

ルリアによる脳区分



第1領域...エネルギーを与え、あるいは緊張を調整する区域（脳の基部・脳幹上部・網様体）

第2領域...この区域の機能は大脳皮質の活動力を保証することではない。外界に由来する情報を受け取り、処理し、保持するという機能を全体として有している。

第3領域...人が意図を形成し持続することや行為を計画すること、それらを調整し遂行し監督する強力な器官である。

神経生理学からみた発達障害の観察

神経生理学的に頭頂葉と前頭葉は強固な連絡を持っている。

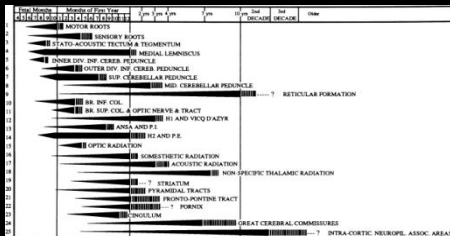
すなわち頭頂葉での情報の処理と前頭葉での運動の組織化は密接に関わっている。



小児分野でこれまでスタンダードに行われてきた運動面と神経心理面に分離して観察していくことの不自然さは明白である。

- ・運動発達検査
- ・知能検査など

脳の髄鞘化の時期



(Yakovlev, Lecours)

脊髄前角細胞...胎生5カ月～生後1カ月
⇒母体内での胎動・ランダムな自発運動
上小脳脚...胎生7カ月～生後8カ月
⇒座位の獲得・抗重力的な3次元空間へ
大脳運動領域(M1)...胎生10カ月～2歳
⇒手指の巧緻性・歩行の獲得
大脳知覚領域...視～5カ月・聴～1歳・味～4歳
⇒3・4歳で急激な言語の発達
帯状回(情動系)...生後2カ月～10カ月
⇒喜ぶ・笑う・恐れるなどの表情
前頭前野(意識)...出生後～12歳
⇒メタ的な自身の内省

学習は発達であり 発達は学習である

患者にどのように学習させるのか
⇒子どもはどのように認知発達（知的成長）を行うのかを理解することが有用なヒントを与える

- ・ピアジェの発達理論（イメージ・抽象的思考）
- ・ヴィゴツキーの発達理論（社会文化的な文脈）
- ・ブルーナーの発達理論（表象）

ピアジェの理論

感覚運動的段階 (出生～2歳頃)	目・耳・口などを通して感覚から行動を協調させて周辺世界を知り適応していく。 (知能の萌芽)
前操作的段階 (2歳～7歳頃)	過去に体験したことや観察したことを手本に模倣し、手本(行為)を内面化する。 (イメージの萌芽)
具体的操作段階 (7歳～12歳頃)	具体物があれば論理的思考が可能となる。自己中心性からの脱却がおこる。 (空間と時間の概念が萌芽)
形式的操作段階 (12歳～)	抽象的・一般的思考が可能となる。 仮説演繹的思考「もし…であれば…」が可能となる (予測の萌芽)

ヴィゴツキーの理論

・現下で既に発達しているものに、介入（教授＝学習）が能力を積み上げるのではなく、まだ成熟していない機能に基づいて介入（教授＝学習）が行われる。
＜子どもは書きことばの授業のおかげで言葉がかけられるようになるのではなく、授業によって自分のすることを自覚することを学ぶおかげで言葉が書けるようになるのである＞
⇒患者は認知課題に対峙することで、自分自身の能力を随意的に操作することを学ぶ。**無意識的・自動的局面から随意的・意図的・意識的局面へ移行する。**

言語の役割

- 言語は、分析モダリティや情報処理についてのヒントを提供する。
- 言語の組織化と、対象物に対する行為の調整は、同じ作業能力にかかわるものである。
- 言語は、現実についての自分の考えをまとめるための道具である。そして思考とは、知覚や行為を組織化するための一つの方法である。
- “言葉は媒介であり、子供は言葉を使って分類を行い、Bruner(1956)の言によれば、対象物を秩序だて、概念を分類していく”(Veggetti,1998)

発達の最近接領域

Zone of Proximal Development

問題解決において、援助なしで子どもが達成できること、大人や他の子どもの援助があれば達成できることの差の領域

教師（セラピスト）は課題の提示において常に患者の最近接領域を意識し設定されなければならない。

ブルーナーの理論

表象 (re-presentation)

…再表示・再現

人間が環境に適応し生きていくためには、環境からの情報を取り入れ、その情報を将来使用する時に**再生できるような符号に変え、貯える**という行動。

環境を表象するための3つの技法

- ・ 動作的表象
- ・ 映像的表象
- ・ 象徴的表象

3つの表象-動作的 (体性感覚)

- ・ 最も初期に行われる表象
- ・ 動作（体性感覚）を頭に中に記憶し必要に応じてそれを使用すること
- ・ 実際の行為や活動を通して外界の事物を知る
- ・ 動作で環境に適応することは動物にとって必要不可欠であるが著しく柔軟性に欠ける
- ・ もっと簡潔で効率のよい表象が求められる

動作的
表象

3つの表象-映像的 (視覚)

- ・ 就学前期～小学校低学年の子どもに優勢
- ・ 環境からの刺激をイメージ（視覚）化し、そのイメージを保持し、実際に目の前になくても、それを想起し思考する
- ・ 平面的（二次元的）であり、実物や事象の表面的なものに限られる
- ・ 見る・聞くなどの実経験がないものに対しても思考できることが求められる

動作的
表象

映像的
表象

3つの表象-象徴的 (言語)

- ・ 7～8歳頃より優勢
- ・ 言葉や記号などの象徴を使って理解や認識をし、外界の事物について知る
- ・ 言葉の複雑さが思考の柔軟性・抽象性を高める
- ・ 実際の事物・事象にとらわれず、具体的な指示対象を持たない観念も表すことができる
- ・ 表面の奥にあるものを3次元的に思考することができる

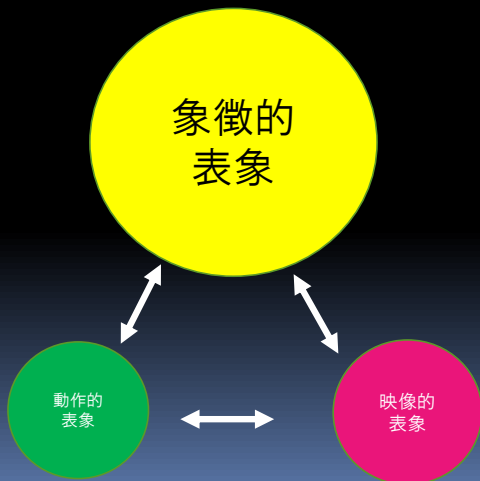
動作的
表象

映像的
表象

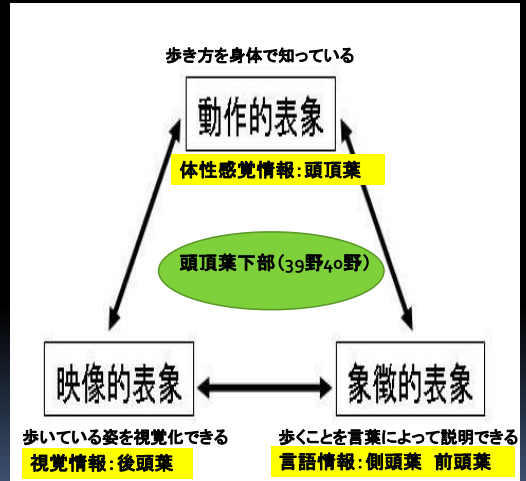
象徴的
表象

3つの表象のその後

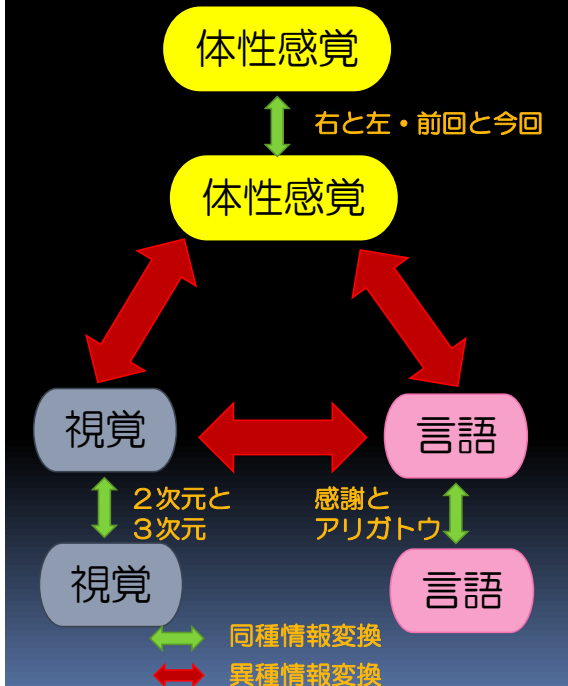
一旦、「象徴的表象」が現れると、それ以降は「象徴的表象」を中核にして、さらに「動作的表象」「映像的表象」を駆使しながら、環境からの情報を処理し、環境に適応し生きていく。



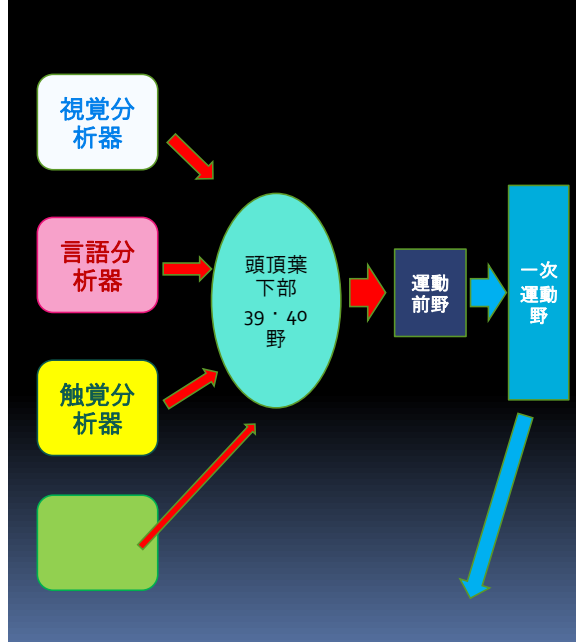
学習が成立する基盤は情報変換 知識の表象形式



同種・異種情報変換



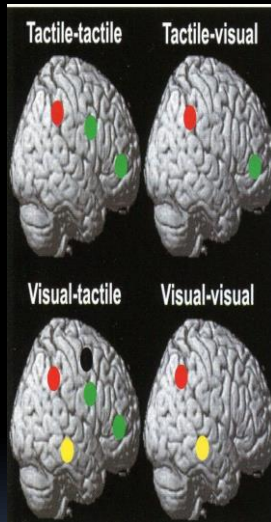
異種感覚情報の統合



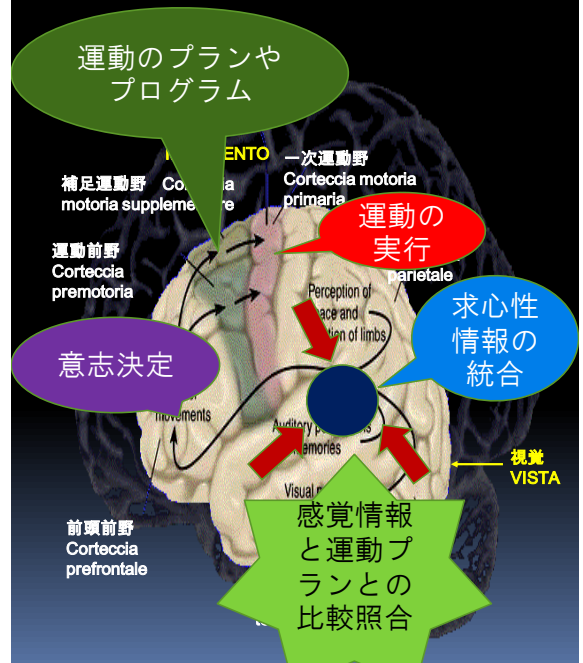
情報変換

川島,(2002)

- ・触覚一視覚
- ・すべての組み合わせで下頭頂葉(赤)が活性化
- ・体性感覚情報は右半球優位を示す



神経生理学と発達



L'ESERCIZIO
TERAPEUTICO
CONOSCITIVO

認知神経理論

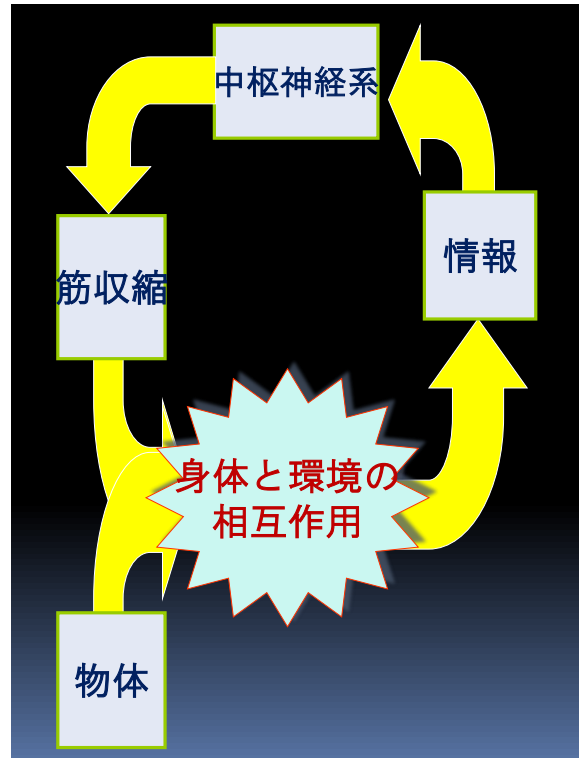
La teoria neurocognitiva

『認知過程(知覚、注意、記憶、判断、言語、運動イメージ、問題解決)』の活性化によって質的な回復に導く！

Intende che la QUALITA' DEL RECUPERO sia determinata dalla attivazione di processi cognitivi (attenzione memoria percezione linguaggio ... immagine motoria, soluzione di problemi)

動くことで
学習（回復）するのではない

知ることで
学習（回復）する



認知問題
PROBLEMA

知覚仮説
IPOTESI
PERCETTIVA

学習・発達・
回復のためには
それを導く
ための
“問題”の存在
が不可欠である

解答（検証）
CONFRONTO

訓練の組織化

A) 身体部位	多関節運動 (グローバル)		単関節運動 (セグメント)	
	第1段階 (他動運動)		第2段階 (介助自動)	第3段階 (自動運動)
B) 訓練段階 (運動の特異的病理)	体性感覚 (表在・深部)		視覚	聴覚
	空間問題		接触問題	
C) 感覚 モダリティ	空間問題		接触問題	
D) 認知問題	空間問題		接触問題	

空間問題



方向・距離・形態
の分析を内容とする
認知問題を提示
する

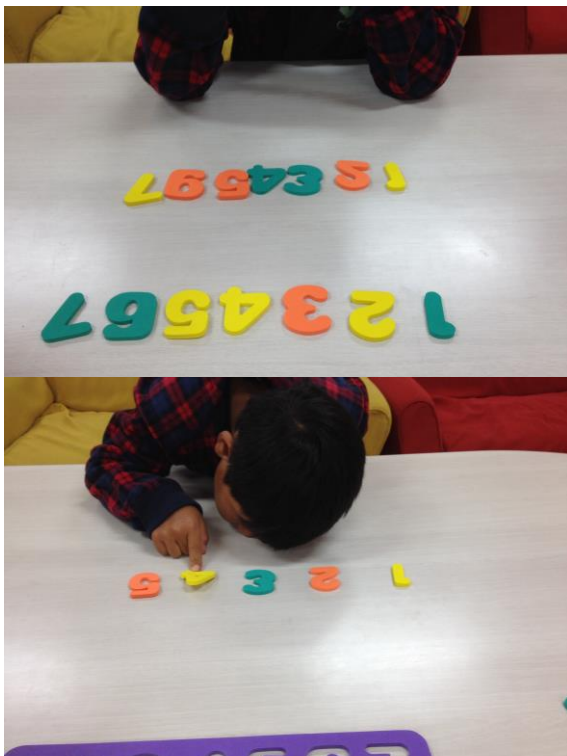
接触問題



表面素材・圧・重
量・摩擦の分析を内
容とする認知問題を
提示する

認知運動療法 (認知問題)

- 1) 課題は様々な認知機能の表現が知覚されることを可能にする複雑さを持たなければならない。
- 2) 課題は具体的な思考よりも、表象的かつ抽象的な思考を要求するものである。
- 3) 課題は、比較行為、推論、表象、論理的思考等を必要とするものである。



子どもに対する 認知運動療法

介入の第Ⅰレベル

最も問題が多いと推定される
情報の分析に注意を向ける訓練
(同種感覚情報変換)

介入の第Ⅱレベル

異種情報間の処理を促進する訓練

介入の第Ⅲレベル

情報の構築段階に向けられた訓練
(運動イメージの構築とその前提条件)

介入の第Ⅳレベル

運動イメージの活用を行う訓練

訓練の計画

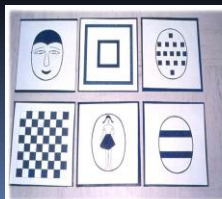
- A.内容（何を教えるのか）
問題を解決するために子どもが
獲得しなければならないストラ
テジーを明確にする
- B.方法（どうやって教えるか）
- ・ 身体部位・姿勢
 - ・ 感覚モダリティ・道具
 - ・ 質問の種類
 - ・ 介入の種類（徒手的・言語的）
- C.検証（学習の内容をどうやって
確認するのか）
提示された訓練が改善に導かれた
のかが理解できる明確な達成目標

セラピストが 考慮しておくこと

1. 接触が行われる受容表面
2. 身体と支持面との相互作用
3. 空間および時系列的な作業
（モダリティ間・モダリティ内）
4. 情報処理のレベルに応じた
注意の段階的増加
5. 治療状況の可変性と柔軟性

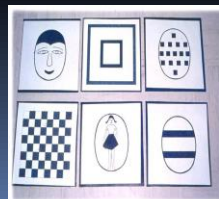
第1段階の訓練

- A.視覚系（視覚探索機能系）
内容：対象物の注視・視覚探索
方法：視覚情報
白黒のパネル
（人間の顔や幾何学図形）
肢位は臥位（半坐位・座位）
パネルの一つを前面空間に
提示
- * 視覚的な接触が難しい場合はパネルを動かす
あるいは可動性のあるパネルを使用する
* 視覚探索ができない場合は頭部の回旋を介助する
- 検証：パネルを注視する
目でパネルを探す



第1段階の訓練

- A.視覚系（視野の関連付けを促進する課題）
内容：追視
方法：視覚情報
白黒のパネル
（人間の顔や幾何学図形）
肢位は臥位（半坐位・座位）
パネルの一つを視野内で左右
上下にゆっくりと移動させる
- * 視覚的な接触を失ってしまう場合はパネルを戻して
子どもが目で捉えるのを待つ
* 視覚的な接触が難しい場合はゆっくり小さく動かす
- 検証：パネルを追視する



第1段階の訓練

A.視覚系（視野の関連付けを促進する課題）

内容：視線の移動

方法：視覚情報

分割できる白黒のパネル
（人間の顔や幾何学図形）
肢位は臥位（半坐位・座位）
分割されたパネルの一つを
視野中央のパネルに近づける

*子どもが両者のパネルの存在に気付き刺激対象を
注視することができたところでパネルの動きを止め
視覚情報の分析が行えるように言語で促す

検証：2つのパネルに
視線を移動する



第1段階の訓練

B.運動覚系（軌跡を認識する課題）

内容：運動覚の解釈（運動覚—運動覚）

方法：運動覚情報

始点と同じで、方向が異なる
いくつかの軌跡が異なる色で
描かれた軌道板

*子どもに目隠しをし、セラピストが子どもの指を軌跡
に沿って動かす（接触なし）。次に動かされた軌道が
同じ軌道であるかを答えさせる。

検証：運動覚を分析・記憶し差異を
比較する



第1段階の訓練

B.運動覚系（形状を認識する課題）

内容：運動覚の解釈（運動覚—運動覚）

方法：運動覚情報

3つの形状の板

*子どもに目隠しをし、セラピストが子どもの指を一つの
形状の輪郭に沿って動かす（接触なし）。次に動かされ
た輪郭が同じ図形であるかを答えさせる。

検証：運動覚を分析・記憶し差異を
比較する



第1段階の訓練

C.触覚系(触覚特性に注意を向ける課題)

内容：触覚の解釈（触覚—触覚）

方法：触覚情報

異なる表面性状を持つパネル

*机の上に異なる表面性状を持つパネルを並べ、そのうち
の一つの表面性状を手掌や足底でなぞるようにガイドす
る。次になぞった素材が同じか違うかを答えさせる。
言語未獲得な子どもの場合、子どもの手や足の状態を観
察する。偶然的接触の場合、それらは閉じたままである
が、知覚仮説に基づいた接触であれば、開かれたままの
状態となる。

検証：触覚情報を分析し、記憶し
差異を比較する。



第1段階の訓練

A.視覚系（視覚→視覚情報変換）

内容：同種感覚情報変換（視覚→視覚）

方法：視覚情報

四肢の位置が異なる4枚の絵

*子どもの前に4枚の絵カードを提示し、セラピストがその中の一つの姿勢を模倣する。セラピストの姿勢がどの絵カードと同じか子どもに答えさせる。

検証：3次元の視覚情報を分析し、2次元の情報を特定化する



第1段階の訓練

A.視覚系（視覚→視覚情報変換）

内容：同種感覚情報変換（視覚→視覚）

方法：視覚情報

足跡の位置が異なる5枚の絵

*子どもの前に5枚の絵カードを提示し、セラピストがその中の一つの姿勢を提示する。セラピストの姿勢によってどのような足跡となるかを想起させ、その足跡が描かれた絵カードを選択させる。

*心的回転を求め回答させることもできる。

検証：3次元の視覚情報から両下肢の位置関係を分析し、2次元の情報を特定化する



第2段階の訓練

視覚→体性感覚への情報変換

内容：異種感覚情報変換（視覚→体性感覚）

方法：視覚情報・触覚情報

様々な素材によって位置づけられた足跡を模った図形

*訓練は臥位で行う。足跡の図形の一組は子どもから見える位置に配置しておく。足跡を模った図形の上に子どもの足底が位置するように動かす。子どもに触覚情報を分析させてどの図形が置かれているのか答えさせる。

*必要に応じ子どもに図形を手で触らせてもよいが、その場合は触覚→触覚の同種感覚情報変換の課題となる。

検証：視覚情報を分析し、それを足底の触覚情報に変換させる。



第2段階の訓練

聴覚・視覚→視覚への情報変換

内容：異種感覚情報変換（聴覚視覚→視覚）

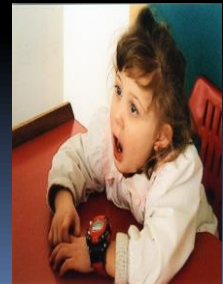
方法：聴覚・視覚情報

発生の異なる口が描かれた図

*訓練は臥位で行う。セラピストはある音を発生し子どもに聴覚分析と口元の視覚分析を求める。例えば「し」と「ち」。子どもにセラピストの口の形と同じ図を選択させ、聴こえている音と口の形を関連付けさせる。

*更に体性感覚情報・聴覚情報に変換する課題へと変更できる

検証：聴覚・視覚情報を分析し、それを視覚情報に変換させる



第2段階の訓練

視覚→言語への情報変換

内容：異種感覚情報変換（視覚→言語）

方法：視覚情報・言語情報

四肢の位置が異なる4枚の絵

*子どもに絵カードの1枚を選ばせる。セラピストがどう動けば絵カードと同じ姿勢になるか子どもに言わせる。

検証：視覚情報を分析し、身体部位や空間を言語化させる。



第2段階の訓練

運動覚→言語への情報変換

内容：異種感覚情報変換（運動覚→言語）

方法：運動覚情報・言語情報

色の異なる軌道が描かれたパネルとその色がついたカード

*セラピストは一枚のカードを選び裏返す。子どもにはそのカードを見せない。次に子どもの手をセラピストがガイドし、カードの色の軌道をなぞる。どのような運動であったのか言語化させる。目を開けどの色の軌道であったのかを答えさせカードを開示する。

検証：運動覚情報を分析し、言語化させる



第2段階の訓練

視覚→言語→運動覚への情報変換

内容：異種感覚情報変換（視覚→言語→運動覚）

方法：視覚・言語・運動覚情報

色の異なる軌道が描かれたパネルとその色がついたカード

*子どもに一枚のカードを選んでもらう。セラピストにはそのカードを見せない。次に子どもに閉眼させその色の軌道をなぞるためにはどのように手を動かすのか子どもに言わせる。セラピストは子どもの言うとおりに手を移動させ軌道の色を言い正しいか誤っているかを問う。

検証：視覚情報を分析し、言語化させ運動覚情報と照合させる



第2段階の訓練

運動覚→視覚への情報変換

内容：異種感覚情報変換（運動覚→視覚）

方法：運動覚情報・視覚情報

顔の向きと上肢の挙上方向が異なった絵カード

*子どもに絵カードの視覚分析を求める。その後閉眼にさせ、セラピストはある絵カードと一致するように子どもの頭部と上肢を他動的に動かす。子どもに自分がとった姿勢と同じ絵カードを選ばせる。

検証：運動覚情報を分析し、視覚情報と照合させる





第2段階の訓練

言語→運動覚への情報変換

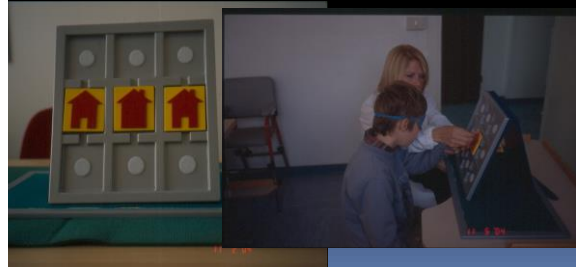
内容：異種感覚情報変換（言語→運動覚）

方法：言語情報・運動覚情報

ドアや煙突の形状が異なった
家の図形

*家の図形をなぞる時に、ドアがない家や煙突がない家はある家と比べて何が違うのかを言語記述させる。その後「煙突がない家だと感じた時に言ってください」と要求しセラピストが子どもの手を持って他動的に家の輪郭をなぞる。

検証：記述した言語情報と運動覚情報を照合させる



第3段階の訓練

運動イメージの構築

内容：運動イメージの構築

方法：視覚・運動覚・言語情報

ドアや煙突の形状が異なった
家の図形

*子どもに「どの家を感じたいのか」を問う。その家を感じている自分自身を心的にシュミレーションさせる。その後セラピストはある図形の輪郭を他動的になぞらせ、自分が想定していた感じと同じであるかどうかを問う。

検証：適切に運動イメージが想起でき、子ども側の参加が感じられる



運動イメージ

- Decety (1996) による運動イメージの定義。

"運動を実際に生産することなく行為を表象する能力"

"主体がある特定行為の心的シュミレーションを行う"

動的な状態である。運動イメージによって、その特定行為を遂行している自分自身を感じることができる。"

訓練の道具立てとして運動イメージ

- イメージすることで、行為を予測したりシミュレーションすることができる。
- イメージすることで、課題の解決に必要な情報を意識レベルにのぼらせることができる。子どもがそれらを自覚することを介助するためには、セラピストの言語使用が不可欠である。
- イメージすることで、情報の計画に対しての準備ができ、期待されるモデルを記号化することができるので、知覚することがより容易となる。

子どもが運動イメージを想起したかどうかを知るにはどうすればよいのだろうか？

- イメージするまでに時間がかかる（すぐに“イメージしたよ”と言わない）
- 訓練実施のさいに病的要素を制御することができる
- セラピストが、子供に同じ運動を感じさせようとしたとき、子ども側の参加が感じられる（予測）
- 子どもが問題を解決したのち、次のような質問をすることは重要である：

“何から同じ運動だとわかったの？”

“最も移動したのはどの関節でしたか？”

“何から同じではないことがわかったのですか？”

第4段階の訓練

運動イメージの活用

内容：運動イメージの活用

方法：構築した運動イメージとの照合
運動軌道を書き込むパネル

＊セラピストはある運動軌道を書き込むが子どもには見せない。その軌道を他動的になぞりながら良く感じるように要求する。運動後どのような運動であったか再想起するように求める。もう一度動かすのでそれと同じであるのかどうか答えてくださいと質問してから、セラピストは前回と異なる軌道を追跡する。何がどのように異なっていたのかを子どもに問う。

検証：構築した運動イメージと実際
感覚情報との照合が行える



認知のレベル

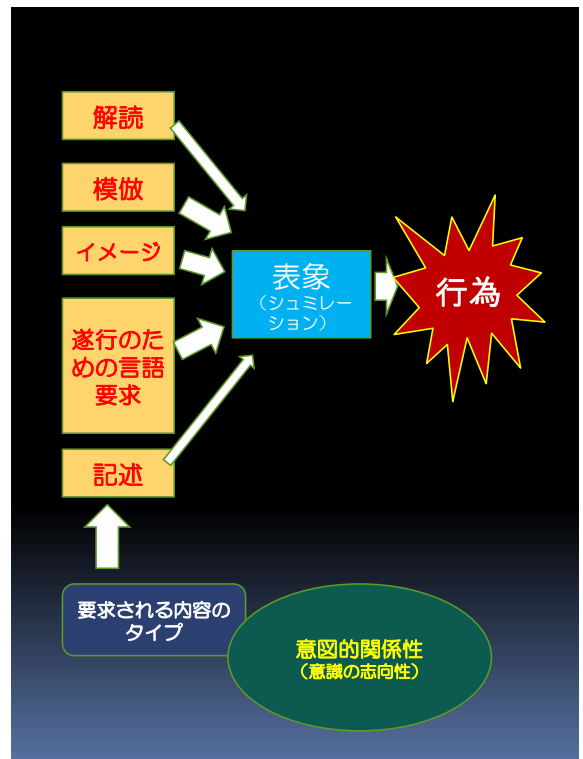
- “意味的”知覚 或いは “直接的”知覚
- 合理的な知覚
- 分類的な知覚

最初の知覚形態では、認知の組織化に視覚が大きな意味を持っている。次の段階になると、言語が情報の処理に介入するようになる。



認知の絆

認知の絆は様々なレベルの心的表象が存在することを前提としているが、そこでは言語によって送られた情報が視覚や運動覚など他の系統から入ってくる情報と矛盾しない
(Jackendof,1996)



Centro Studi Lev S. Vygotskij

