

➤ 1時間半でわかる臨床でしか使えない脳卒中リハビリ

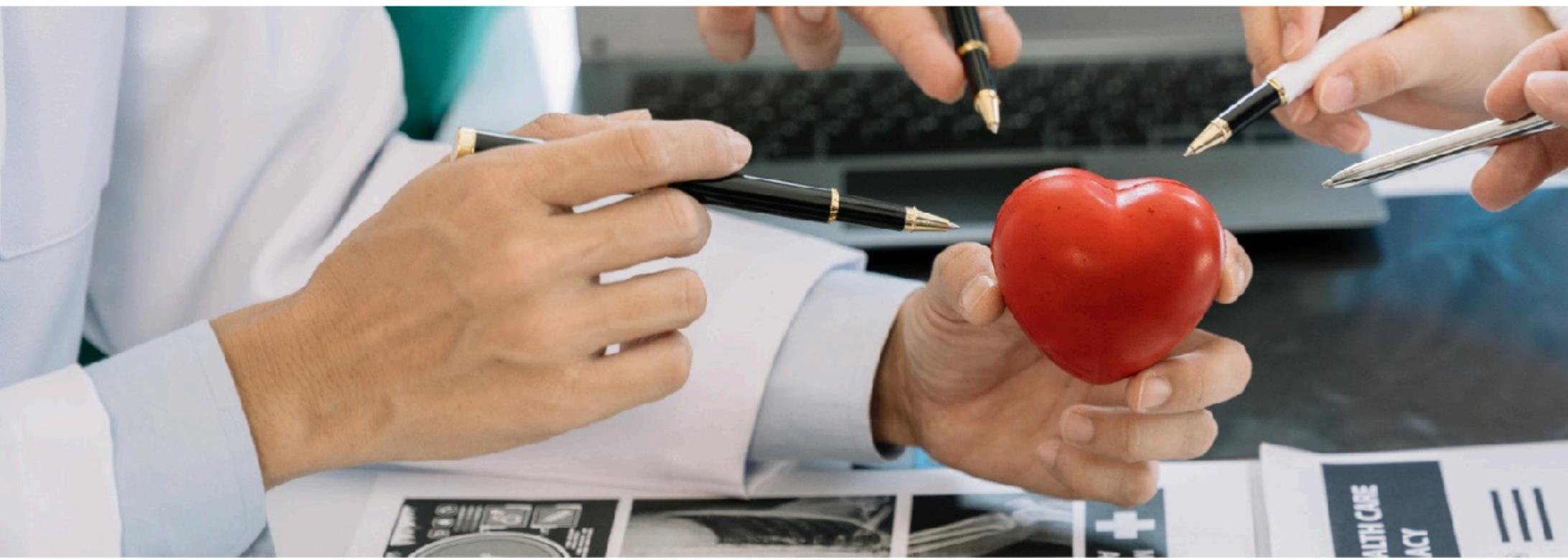
運動学習としているADL とできるADLの関係

①運動学習とは？

②ADLと運動学習の関係

③習慣と運動学習

④違いが起こる原因とは



臨床と知識を繋ぐ
脳外臨床大学校



運動学習とは

運動学習とは？

運動学習とは？：中村(2000)は、**運動学習**(motor learning)は、「訓練や練習を通じて獲得される**運動**行動の変化であり、状況に適した感覚・**運動**系の協調性 (coordination)が向上して行く過程であり、行動面からは**運動**技能の獲得(motor skill acquisition)とみなされ

「できない」
「下手くそ」

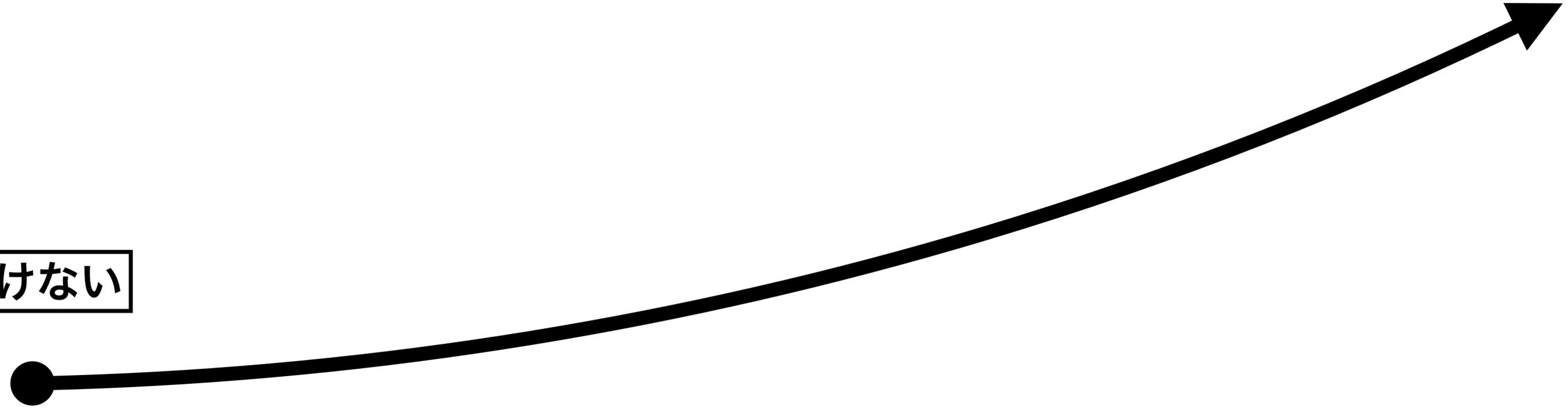
運動技能向上

「できる」
「上手」



歩けない人が歩けた！

歩けない



歩けた



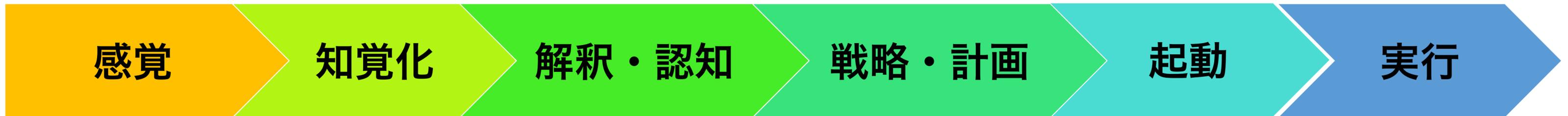
なぜ？

*** 運動学習に伴い、運動技能が向上したため**

どのようにして運動学習されるのか？

外部環境の情報を選択・処理・解釈することで、行動の有無を決める。

決めたらた行動に対して、行動の戦略をたてる。その戦略情報をもとに筋肉に指令を送ることで脳は人を動かしている。



末梢感覚
受容器

視床
小脳
体性感
覚野

頭頂葉
後頭葉
側頭葉
高次感覚野

STOP
GO
前頭前野
連合葉

補足
運動野
運動前野
基底核
小脳

一次
運動野

筋
関節

外部環境からの
受容器の発火

行動のために
情報の選択

行動のために
情報を解析

判断

行動の手順
計画を立てる

行動するために
筋肉に指令を出す

行動する



どのようにして運動学習されるのか？

- ① 感覚情報の入力→視覚野・感覚野・前庭系
- ② 運動計画と意思決定→前頭前野・運動前野・大脳基底核・小脳
- ③ 運動の実行→一次運動野・脊髄
- ④ フィードバックと修正→小脳・感覚野・大脳基底核
- ⑤ スキルの記憶→大脳基底核・小脳・海馬・運動野

① 感覚情報の入力 知覚と感覚処理

運動学習は、環境や自分の身体の状態を知覚することから始まる。

どのようにして運動学習されるのか？

外部環境の情報を選択・処理・解釈することで、行動の有無を決める。

決めたらた行動に対して、行動の戦略をたてる。その戦略情報をもとに筋肉に指令を送ることで脳は人を動かしている。



① 感覚情報の入力 知覚と感覚処理

運動学習は、環境や自分の身体の状態を知覚することから始まる。

感覚野：頭頂葉

皮膚、筋肉、関節からの
感覚情報（触覚、圧覚、
固有受容感覚）を処理

自己身体の
状態を把握

視覚野：後頭葉

視覚情報(位置・奥行き
形・色)を処理

運動の軌跡や対象物
の位置・動きを把握

前庭系：小脳・頭頂葉

身体の傾きや
回転情報を処理

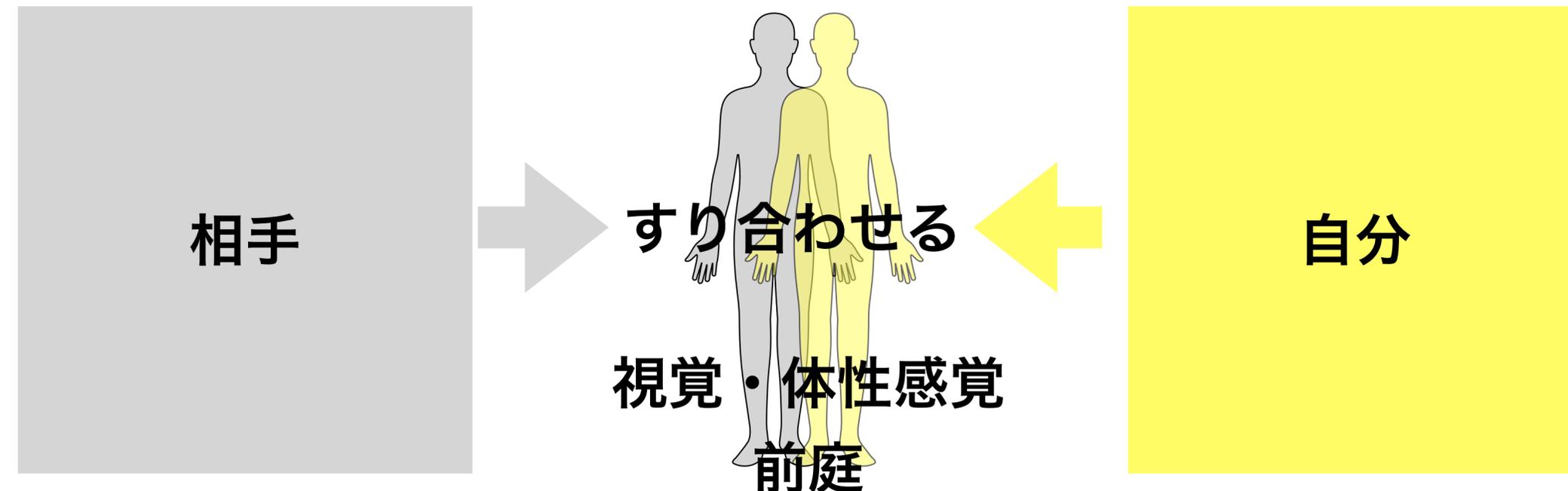
平衡感覚と
空間認識

模倣を例にとって考える

この歩行を真似するためには？

①動作の理解（感覚情報の処理）が必要

- ・ 視覚：どんな動きをしているか？ 視覚情報
- ・ 体性感覚：自分の身体の違い 四肢の位置
- ・ 前庭系：空間的な位置関係の把握



運動計画と意思決定

得られた感覚情報をもとに、どのような運動を行うかを決定。
フィードバックのための、基礎情報

どのようにして運動学習されるのか？

外部環境の情報を選択・処理・解釈することで、行動の有無を決める。

決めたらた行動に対して、行動の戦略をたてる。その戦略情報をもとに筋肉に指令を送ることで脳は人を動かしている。



運動計画と意思決定

得られた感覚情報をもとに、どのような運動を行うかを決定。
フィードバックのための、基礎情報

前頭前野 : 意思決定や戦略の選択

補足運動野 : 運動の連続的な計画や調整

運動前野 : 感覚情報と連携し、適切な運動パターンを作成

大脳基底核 : 適切な運動の選択と不要な動きの抑制

小脳 : 運動の微調整、協調、タイミングの制御

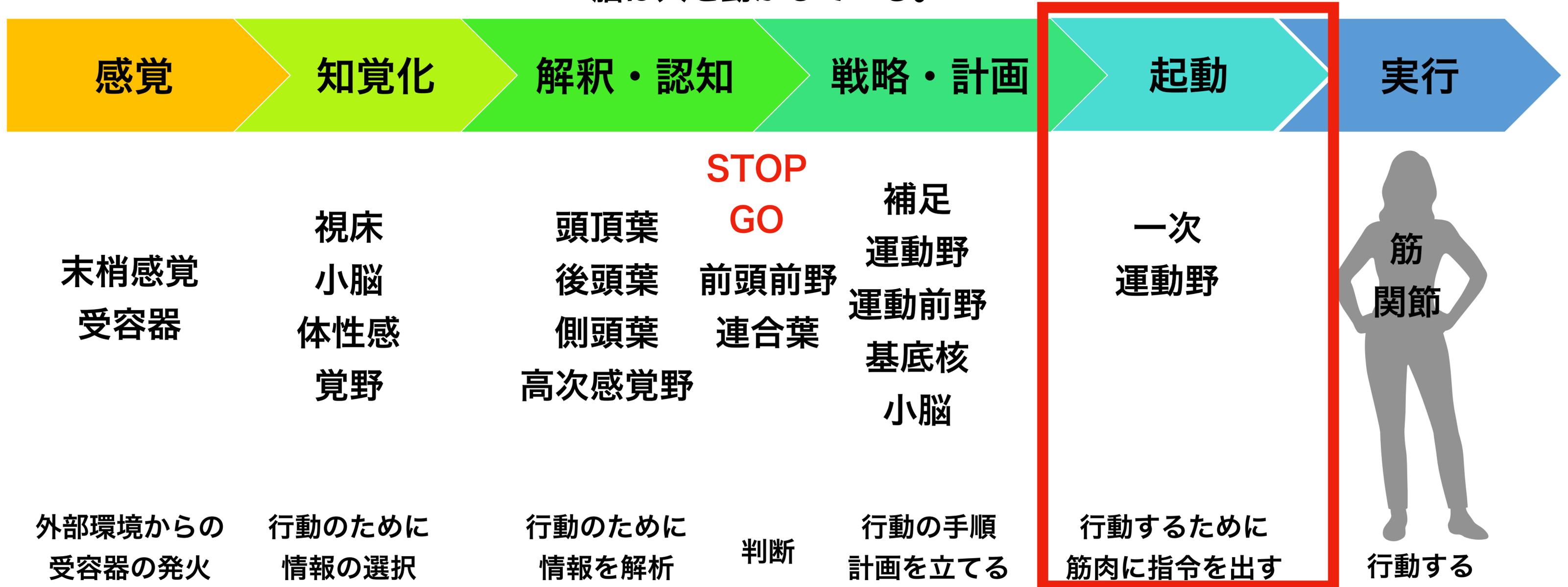
運動の実行

実際に筋肉へ指令を送り、運動を実行する段階。

どのようにして運動学習されるのか？

外部環境の情報を選択・処理・解釈することで、行動の有無を決める。

決めたらた行動に対して、行動の戦略をたてる。その戦略情報をもとに筋肉に指令を送ることで脳は人を動かしている。



運動の実行

実際に筋肉へ指令を送り、運動を実行する段階。

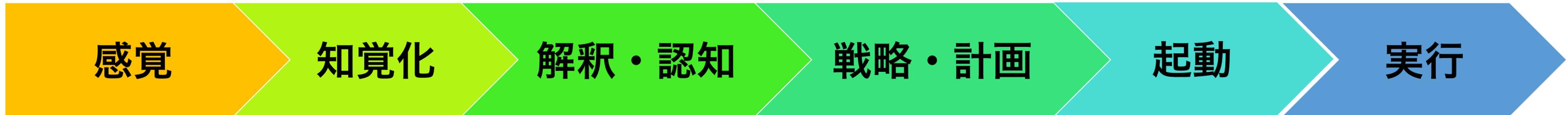
- 一次運動野：直接筋肉を制御し、運動を実行
- 脊髄：運動指令を末梢神経に伝達

フィードバックと修正

運動の結果を評価し、必要に応じて調整を行う。

どのようにして運動学習されるのか？

どれを変更するべきか？



末梢感覚
受容器

視床
小脳
体性感
覚野

頭頂葉
後頭葉
側頭葉
高次感覚野

STOP
GO
前頭前野
連合葉

補足
運動野
運動前野
基底核
小脳

一次
運動野



外部環境からの
受容器の発火

行動のために
情報の選択

行動のために
情報を解析

判断

行動の手順
計画を立てる

行動するために
筋肉に指令を出す

行動する

フィードバックと修正

運動の結果を評価し、必要に応じて調整を行う。

小脳：予測と実際の動作のズレを修正（FB&FF制御）

感覚野：実際の感覚フィードバックを受け取り、ズレを認識

大脳基底核：運動の試行錯誤と長期的な運動パターンの学習

スキルの記憶

習得した運動スキルを長期記憶として定着させる。

大脳基底核：習慣化された運動の自動化

小脳：運動の精度向上と適応

海馬：初期の記憶形成と経験の蓄積

運動野：長期間の運動学習による神経可塑性（シナプス強化）

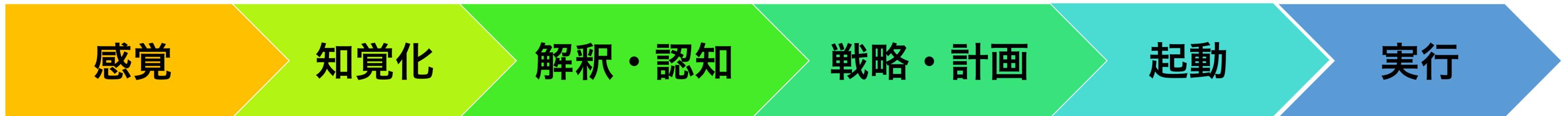
どのようにして運動学習されるのか？

- ① 感覚情報の入力→視覚野・感覚野・前庭系
- ② 運動計画と意思決定→前頭前野・運動前野・大脳基底核・小脳
- ③ 運動の実行→一次運動野・脊髄
- ④ フィードバックと修正→小脳・感覚野・大脳基底核
- ⑤ スキルの記憶→大脳基底核・小脳・海馬・運動野

どのようにして運動学習されるのか？

外部環境の情報を選択・処理・解釈することで、行動の有無を決める。

決めたらた行動に対して、行動の戦略をたてる。その戦略情報をもとに筋肉に指令を送ることで脳は人を動かしている。



末梢感覚
受容器

視床
小脳
体性感
覚野

頭頂葉
後頭葉
側頭葉
高次感覚野

STOP
GO
前頭前野
連合葉

補足
運動野
運動前野
基底核
小脳

一次
運動野

筋
関節

外部環境からの
受容器の発火

行動のために
情報の選択

行動のために
情報を解析

判断

行動の手順
計画を立てる

行動するために
筋肉に指令を出す

行動する



運動学習への評価とは？

- ① 感覚情報の入力→どこに意識を向け（知覚） どう捉えたか（認知）
- ② 運動計画と意思決定→どう動こうと考えているのか？どの動きか？
- ③ 運動の実行→動き 結果
- ④ フィードバックと修正→問題点の抽出(順序・動き方・量)
- ⑤ スキルの記憶→再現性

模倣を例にとって考える

～評価～

- ① どこに意識を向け（知覚）
どう捉えたか（認知）
- ② どう動こうと考えているのか？どの動きか？
- ③ 動き 結果
- ④ 問題点の抽出(順序・動き方・量)
- ⑤ 再現性



どうすれば、運動学習できるのか？

- ① 感覚情報の入力→意識を向け、捉え方を変える
- ② 運動計画と意思決定→動き方の再検討
- ③ 運動の実行→結果に対しての理解・現状把握
- ④ フィードバックと修正→順序の変更・感覚情報への適応
- ⑤ スキルの記憶→反復と状況変化における再現性

ここで質問？！

運動学習は全て良い結果になるか？

ここで質問？！

運動学習は全て良い結果になるか？

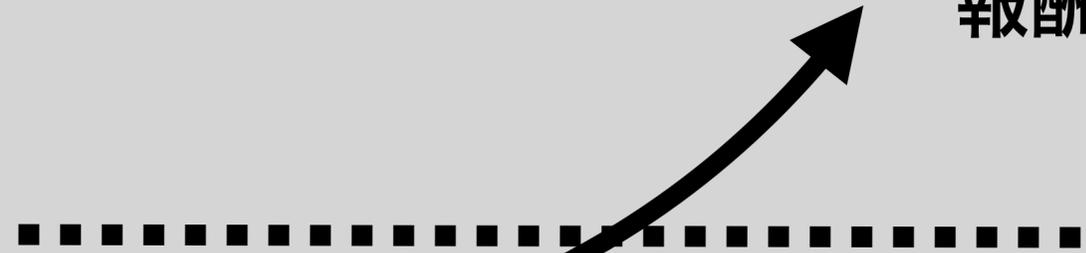
大脳基底核は「どの動作を選択か」に関与し、強化学習することで習慣化を変える。
小脳は「どうやって動作をスムーズにするか」に関与し、動作の精度を向上させる。
どちらも協力して働き、運動の学習と実行を最適化している。

大脳基底核

強化学習

報酬+

本人の
予測

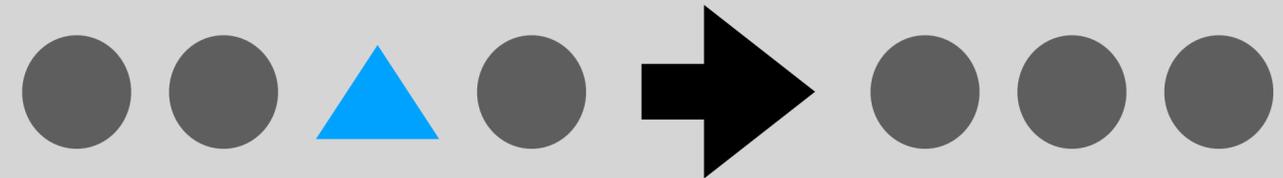


動作の選択・手順

報酬-

小脳

教師あり学習



間違いを抑制



筋肉のタイミング・組み合わせ・出力

ここで質問？！

運動学習は全て良い結果になるか？

大脳基底核は「どの動作を選択か」に関与し、強化学習することで習慣化を変える。
小脳は「どうやって動作をスムーズにするか」に関与し、動作の精度を向上させる。
どちらも協力して働き、運動の学習と実行を最適化している。

大脳基底核

強化学習

報酬+

本人の
予測

.....

動作の選択・手順

報酬-

力入れて無理やり動かした

予想より上手く動いた
(代償・連合反応)



無理やり動かす方法を選択

ここで質問？！

運動学習は全て良い結果になるか？

大脳基底核は「どの動作を選択か」に関与し、強化学習することで習慣化を変える。
小脳は「どうやって動作をスムーズにするか」に関与し、動作の精度を向上させる。
どちらも協力して働き、運動の学習と実行を最適化している。

反復回数が少ない

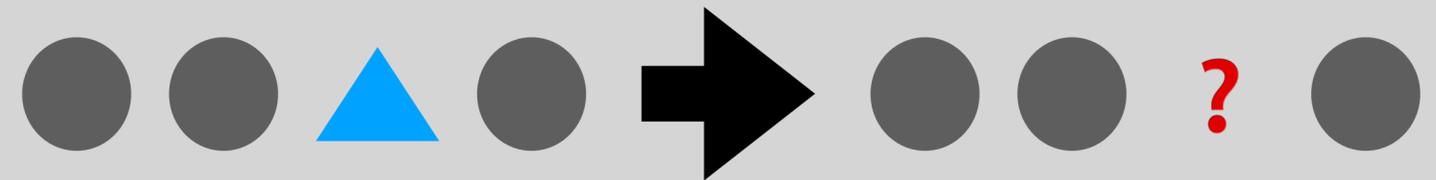
毎回違う感覚で10回だけ



間違いを修正できない

小脳

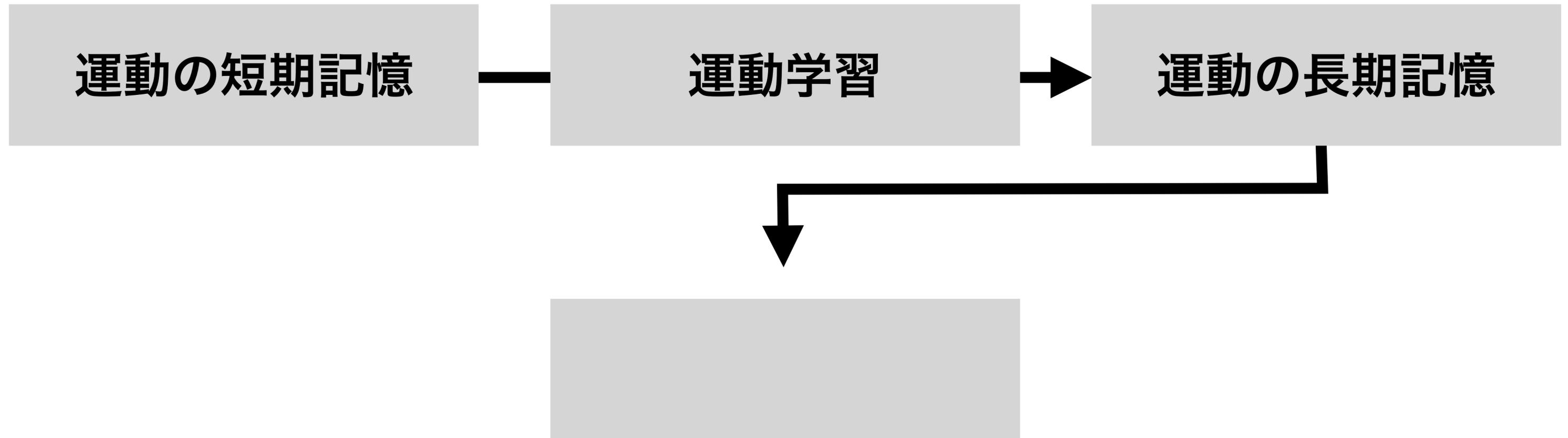
教師あり学習



何が違うの？

筋肉のタイミング・組み合わせ・出力

運動学習された情報はどこへ



スキルの記憶

習得した運動スキルを長期記憶として定着させる。

大脳基底核：習慣化された運動の自動化

小脳：運動の精度向上と適応

海馬：初期の記憶形成と経験の蓄積

運動野：長期間の運動学習による神経可塑性（シナプス強化）

手続き記憶の想起の方法とは？

**『できるADL』と『しているADL』
の問題**

わかりやすく陳述記憶で説明

運動麻痺について

教えて！！

運動
麻痺

わかりやすく陳述記憶で説明

運動麻痺について

教えて！！

運動
麻痺

できるADL

随意運動障害

BRS-t

連合反応・共同運動

遊脚相に問題

スタート・方向転換・障害物回避

アプローチは随意運動練習

ROMexは二次生の問題へのアプローチ

わかりやすく陳述記憶で説明

どんなアップ
ローチをする？

運動
麻痺

随意運動障害

BRS-t

連合反応・共同運動

遊脚相に問題

スタート・方向転換・障害物回避

アプローチは随意運動練習

ROMexは二次生の問題へのアプローチ

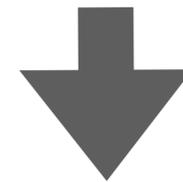


どんなアプローチをする？

遊脚相に問題

<評価>

- ①動作評価：スタート・方向転換・障害物回避
- ②機能評価：下肢の随意運動評価



山本のしているADL

外旋してしまうため、股関節の内旋練習と
ぶん回すため、股関節の屈曲の随意運動練習が
遊脚相を変える1つのポイント



手続き記憶の想起の方法とは？

どこから想起するための、記憶をしていますか？

③臨床場面から

②症状名から

①各症状の内容



どんなアプローチ
ローチをする？

運動
麻痺

随意運動障害

BRS-t

連合反応・共同運動

遊脚相に問題

スタート・方向転換・障害物回避

アプローチは随意運動練習

ROMexは二次生の問題へのアプローチ

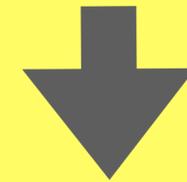
手続き記憶の想起の方法とは？

**『できるADL』と『しているADL』
の問題**

起き上がり方

<環境>

柵なし
ベッドが硬い
布団がなく
どこからでも下ろせる
先生が見ていて
『正しい運動』が求められる



麻痺側の上下肢を保持し
寝返ってから
手でプッシュして
足を下ろしながら
起きあがる

プラットホーム
からの起き上がり

できるADL

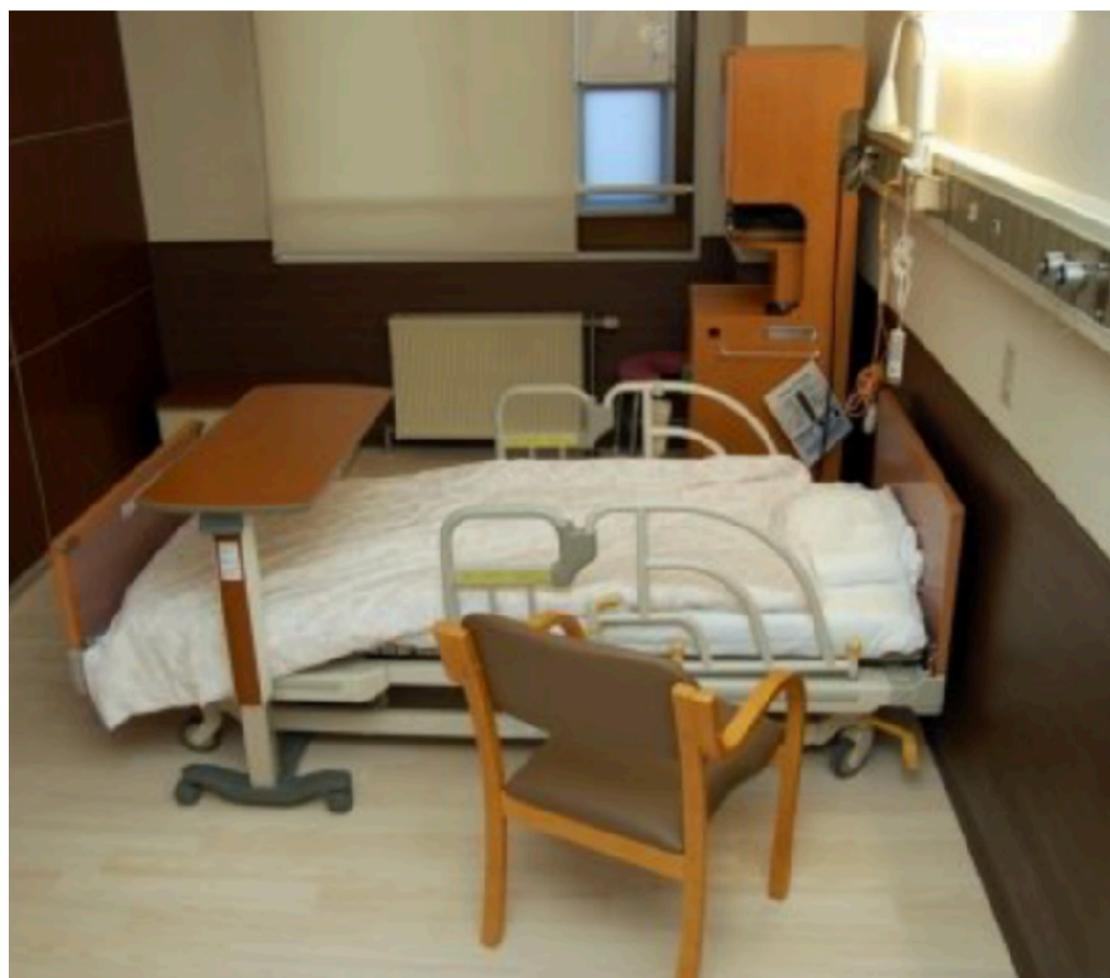
③実際の場面を想定した

②プラットホームでの練習

①各動作の練習

起き上がり方

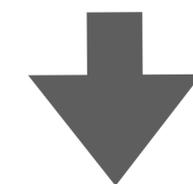
実際のベッド



プラットホーム
からの起き上がり

<環境>

柵なし
ベッドが硬い
布団がなく
どこからでも下ろせる
先生が見ていて
『正しい運動』が求められる



麻痺側の上下肢を保持し
寝返ってから
手でプッシュして
足を下ろしながら

どこから想起するための、運動学習をしていますか？