

➤ 1時間半でわかる臨床でしか使えない脳卒中リハビリ

運動学習と手続き記憶

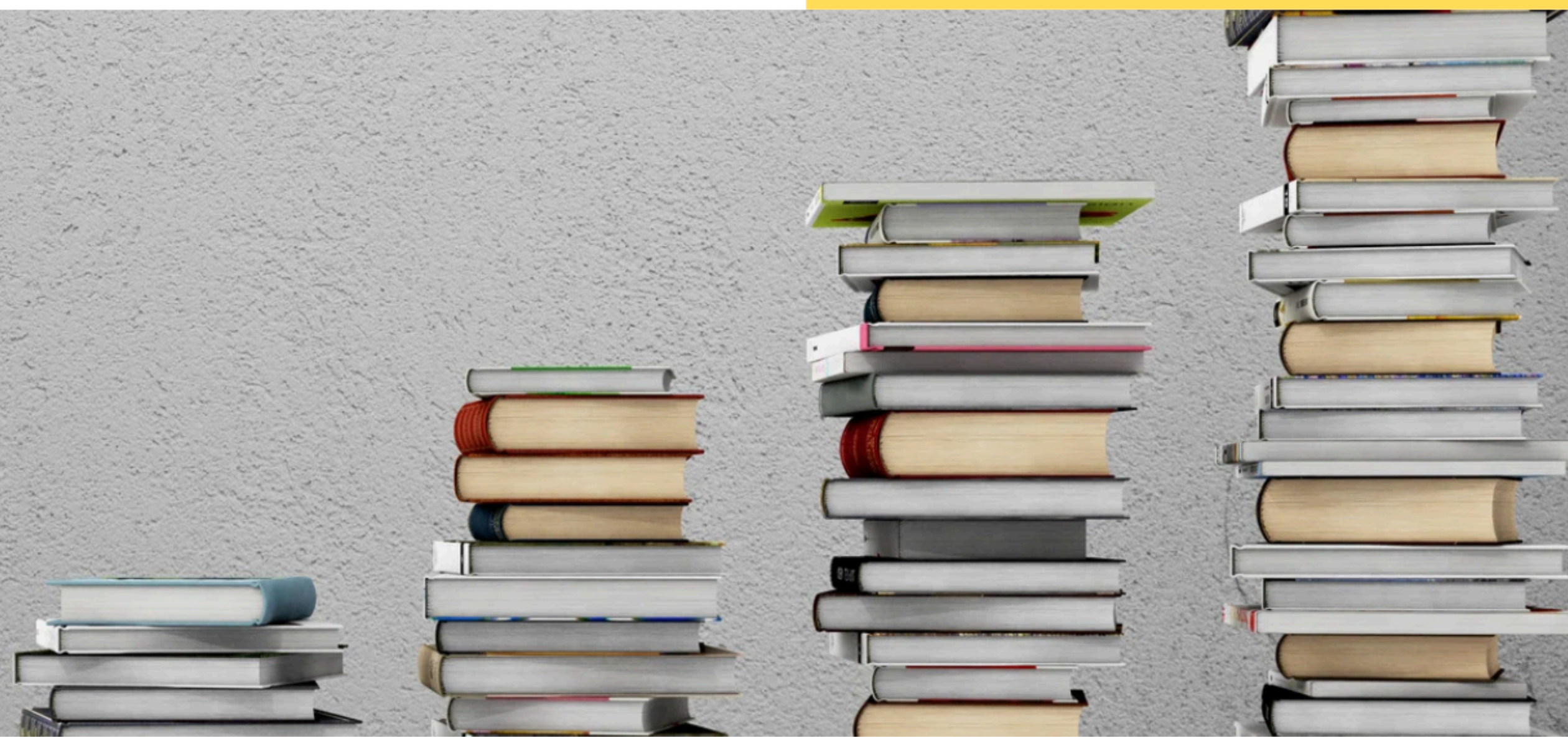
- ① 運動学習とは？
- ② 運動学習と記憶の違い
- ③ 教師あり学習と報酬学習
- ④ 手続き記憶

脳外臨床大学校 ZOOMセミナー

2024年1月12日（金）

20:00～21:30

講師：脳外臨床研究会 会長
作業療法士 山本秀一郎



運動学習って何？

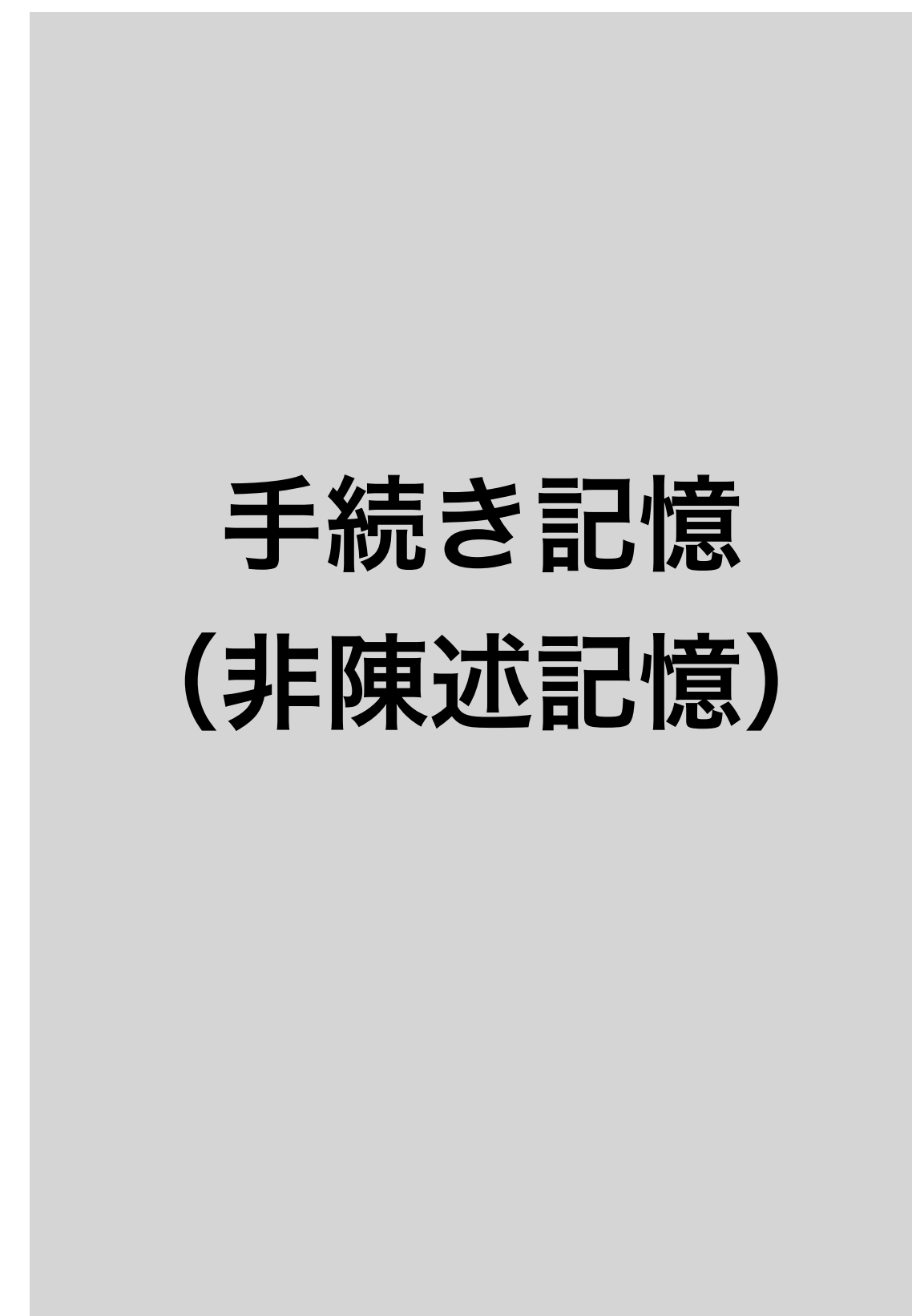
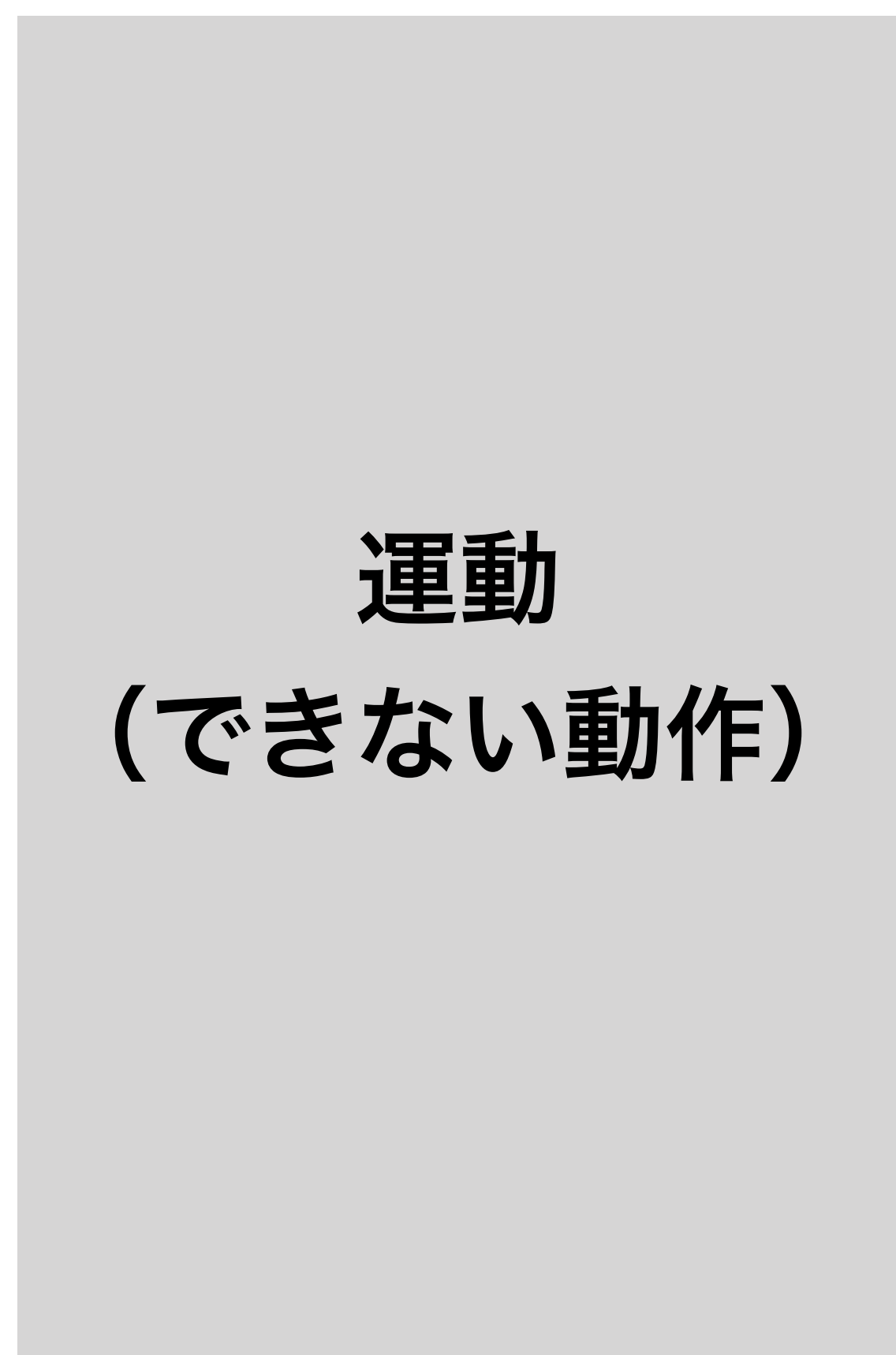
なんのために運動学習させるのか？

結論

運動学習
(プロセス)

記憶した情報
(長期記憶)

初めての動き



現状

過程

結果(目標)

運動学習の目的

～なんのために運動学習するのか？～

運動とは？

空間的な位置変化

物体や身体が位置を変えること

学習とは？

知識やスキルを
獲得するプロセス

個体が新しい情報を理解し、
過去の経験から学び、
その知識や能力を応用して
未来の課題に対処するプロセス

運動学習とは？

個体が動作や
動作パターンを獲得、
向上、最適化するための
学習プロセスを指します

なんのために学習するのか？利点とは？

運動学習の目的

記憶した情報
(長期記憶)

～なんのために運動学習するのか？～

$$19+134+42429+77376+8+72+962=120000$$

答え

手続き記憶
(非陳述記憶)

記憶とは？

過去に経験した情報
や出来事を保持し、
再び呼び起こす能力

$$19+134+42429+77376+8+72+962=$$

記憶なし

記憶あり

$$19+134+42429+77376+8+72+962=$$

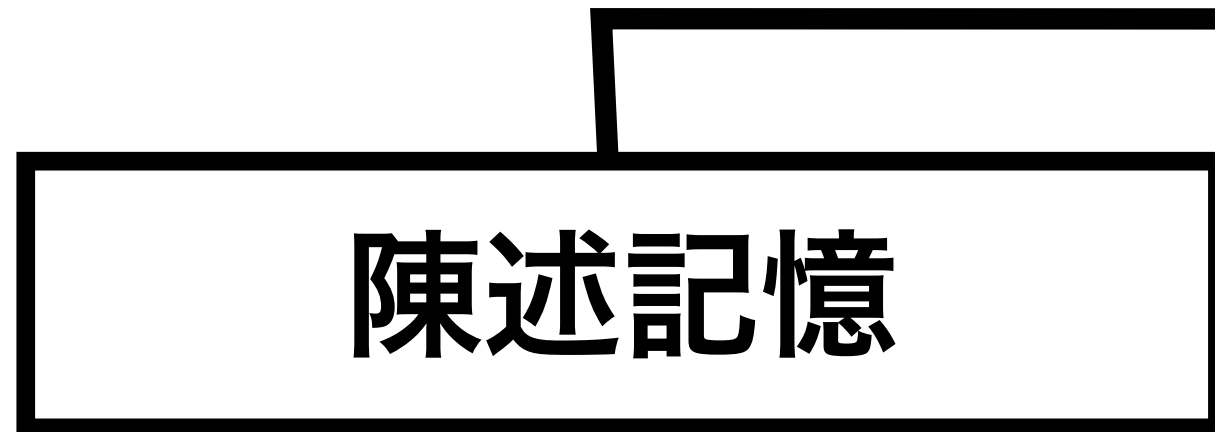
120000

=120000

**目的に対して同じ結果を
簡単に出すことができる**

結果(目標)

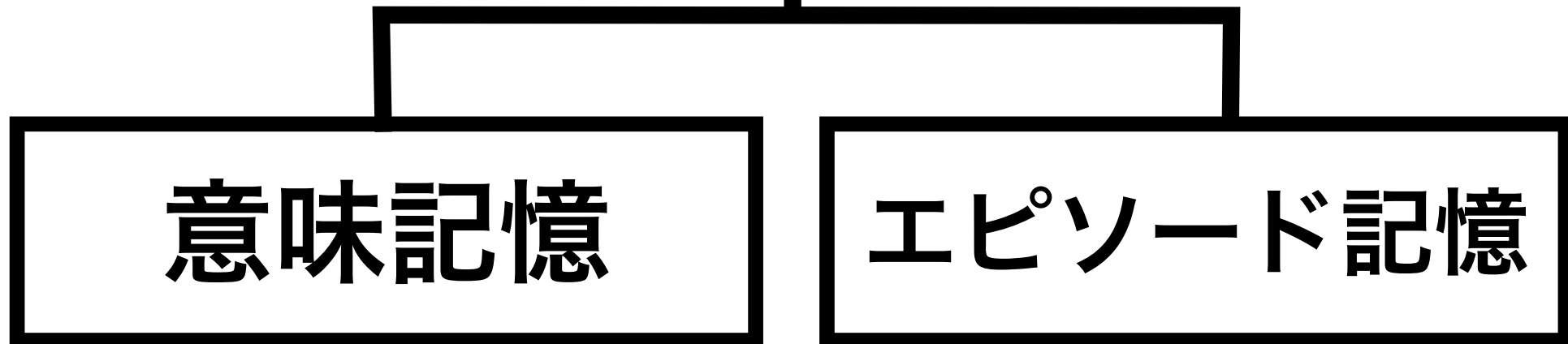
運動に必要な記憶は？



言語化できる記憶



言語化できない記憶

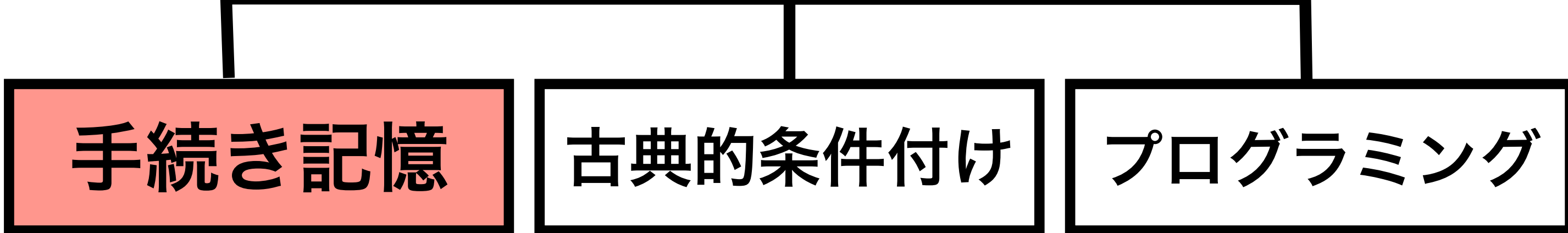


意味記憶

エピソード記憶

海馬 < 側頭葉

海馬 > 側頭葉



手続き記憶

古典的条件付け

プログラミング

運動記憶

先入観

関連・予測

皮質
大脳基底核
小脳

扁桃体
小脳

扁桃体
皮質

運動学習の目的と利点

目的に対して同じ結果を簡単に出すことができる

運動学習あり

運動学習なし



自転車に乗る練習をする
自転車の乗り方を獲得するプロセス

結果：自転車に乗れる
(手続き記憶の獲得)

いつでも
自転車に乗れる

自転車に乗る練習をする

自転車に乗れる

後日

自転車に乗るが乗れない

自転車に乗る練習をする

毎回練習が必要・・・

記憶の欠点とは



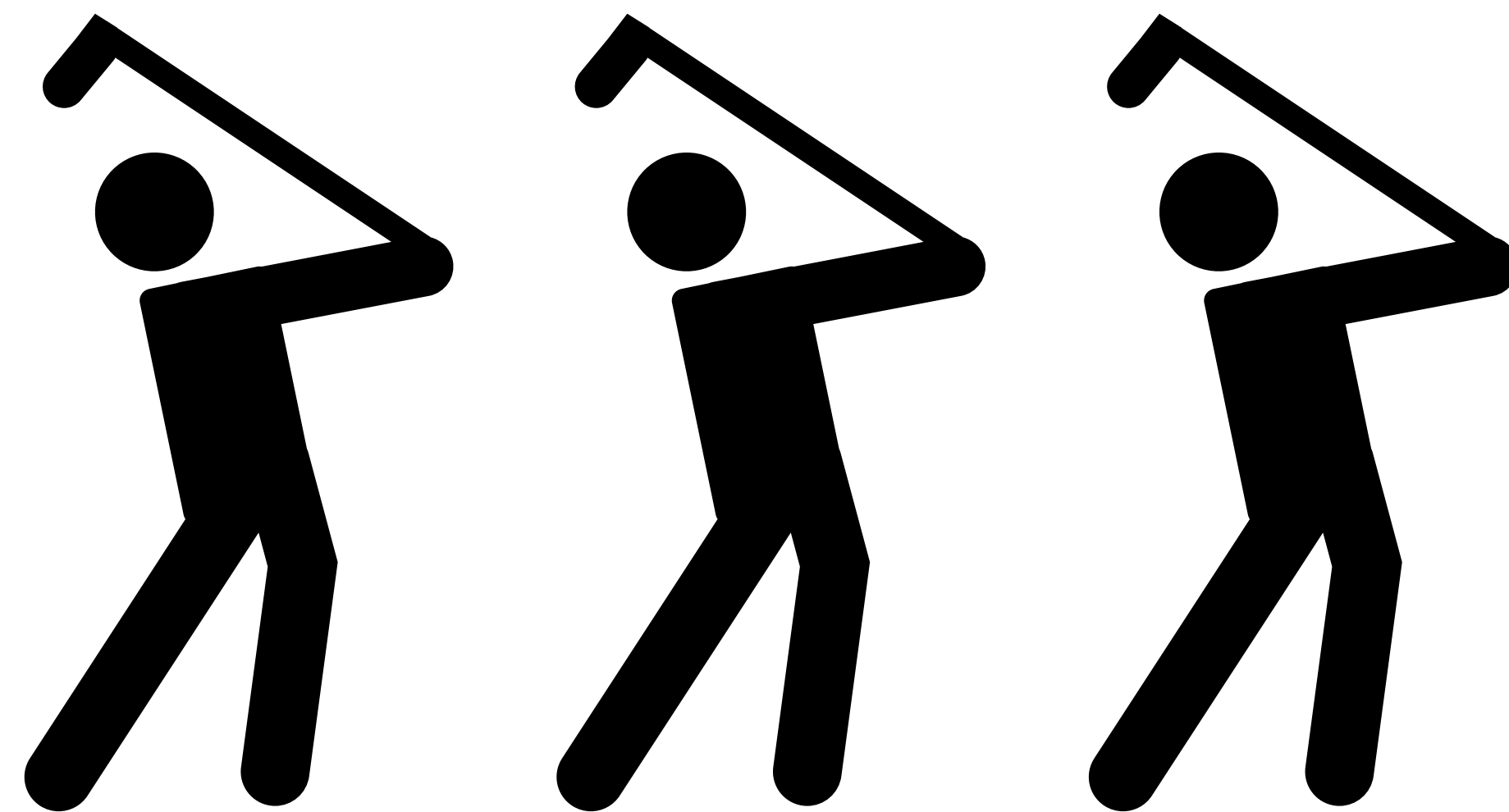
一度記憶してしまうと・・・

目的に対して同じ結果を簡単に出すことができってしまう

手続き記憶



変化させることができない・・・



自動化(無意識)

自由度はあるが
再現性がない

初めての動き

運動
(できない動作)

現状

結論

運動学習
(プロセス)

皮質学習

教師あり学習

報酬学習

過程

再現性があるが
自由度がない

記憶した情報
(長期記憶)

手続き記憶
(非陳述記憶)

結果(目標)

自由度はあるが
再現性がない

再現性があるが
自由度がない

結論

運動学習
(プロセス)

記憶した情報
(長期記憶)

初めての動き

どちらの方が楽なのか？

運動
(できない動作)

皮質を多く
使う運動

皮質下を多く
使う運動

手続き記憶
(非陳述記憶)

FB

FF

感覚優位
ボトムアップ

運動優位
トップダウン

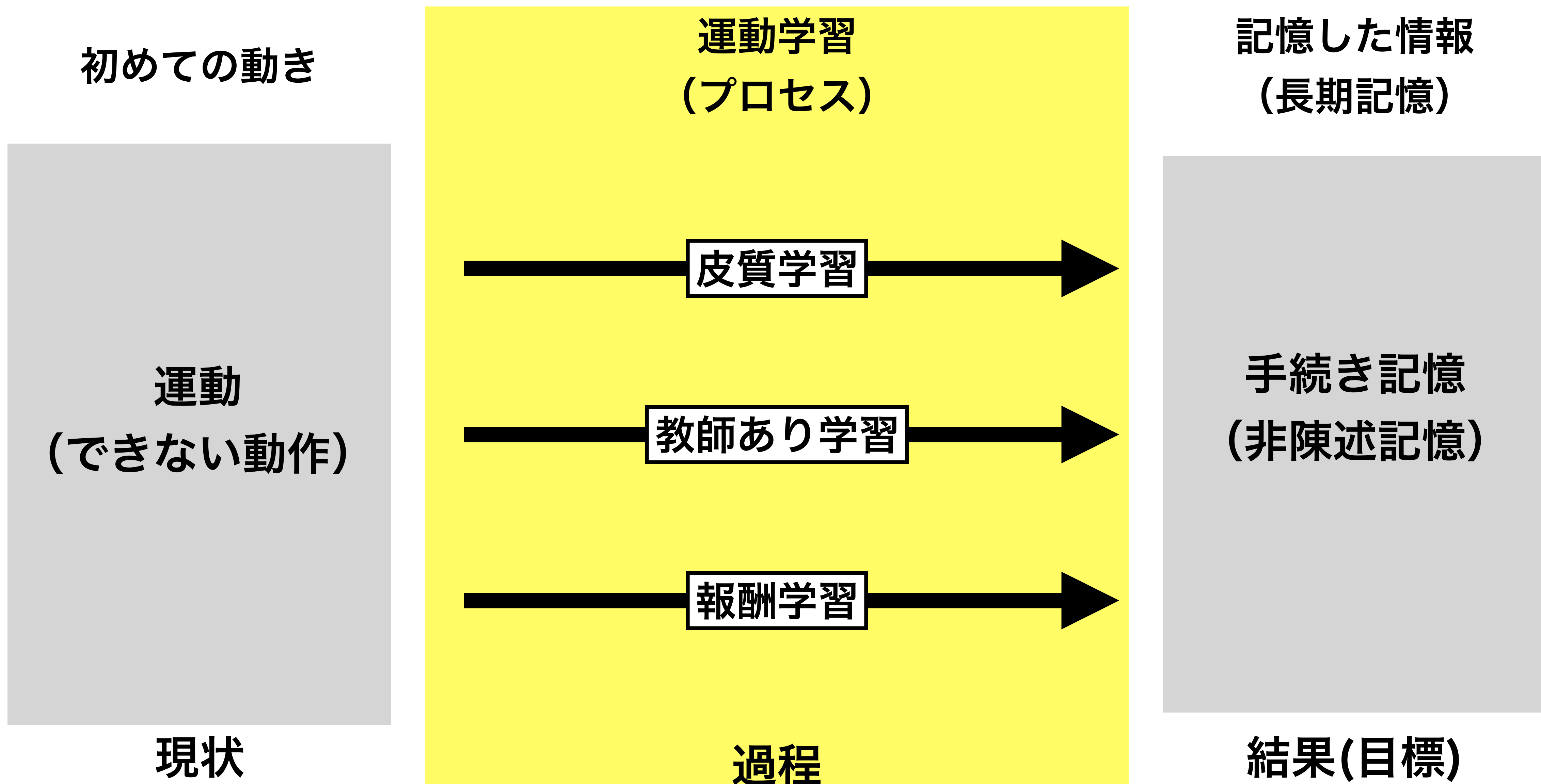
現状

状況把握

状況適応

結果(目標)

どうやって、手続き記憶にするのか？



運動学習の結論

運動学習に（手続き記憶にするために）必要なこと

記憶 = 再現性がある = 同じ動作である

① 同じ動作の反復

→ 毎回 $1+1=2$ であること

② 感覚に意識ができる

→ 同じであるという理解

③ 予測が必要

→ 足し算ではなく引き算

同じ動作の反復

ルーティーン＝運動学習

手続き記憶

再現性がある

12/30



1/30



4/30



同じ思考

同じ方法

同じ神経

同じ筋肉

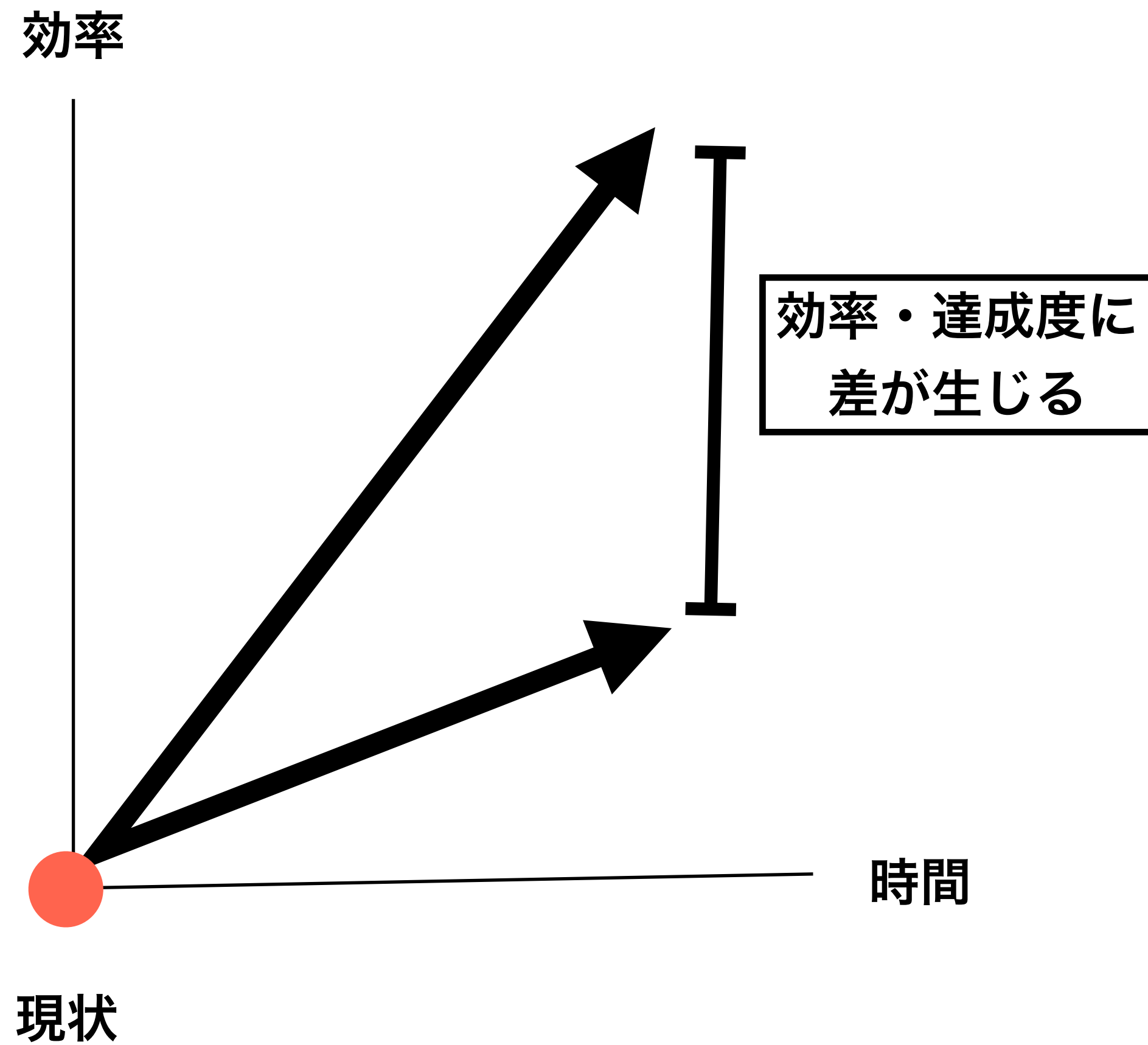
同じ動き

ルーティーンができる＝手続き記憶

皮質学習

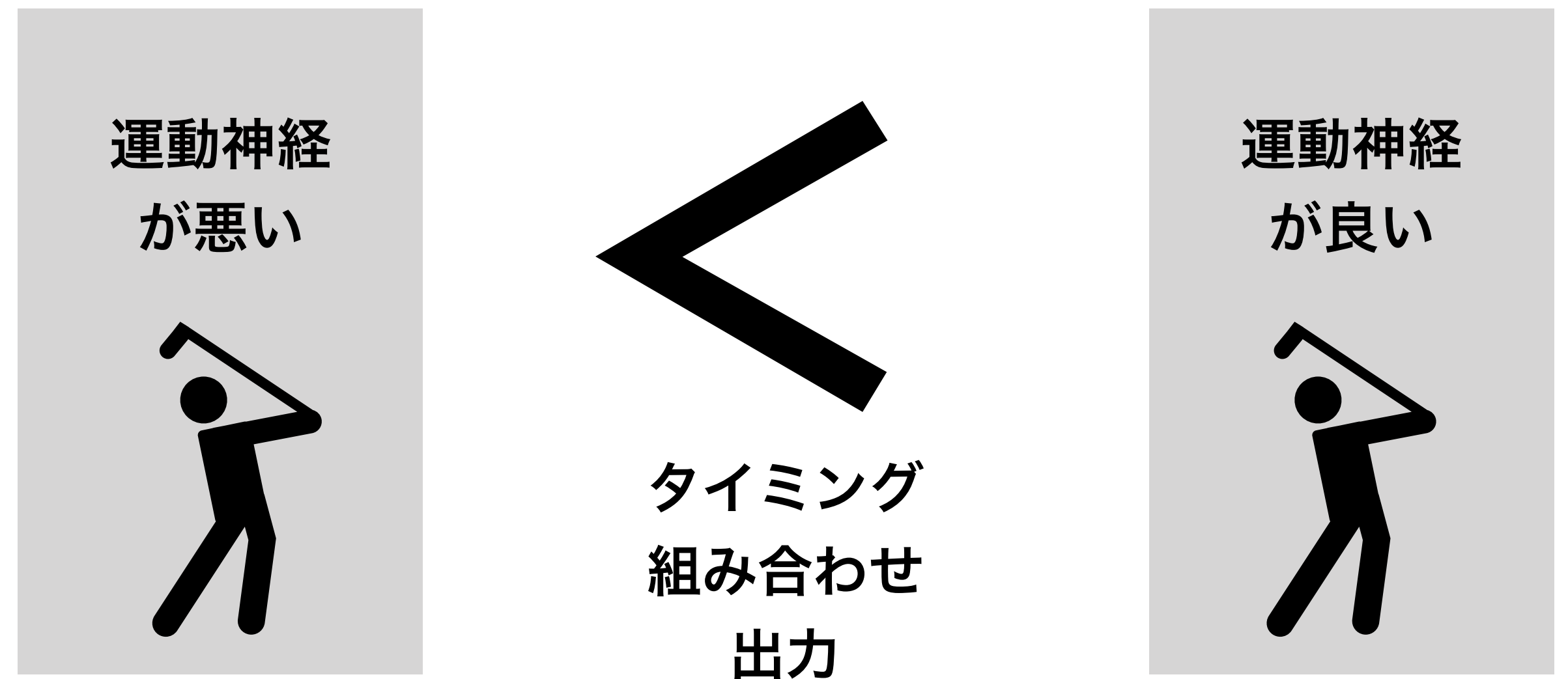


感覚に意識が向けれる



運動効率→タイミング・組み合わせ・出力

どうすれば修正できるのか？



感覚によるFB：感覚に意識できるか：知覚

教師あり学習

*運動神経：俗称

予測が必要

どちらの運動がいいのか？



1回目

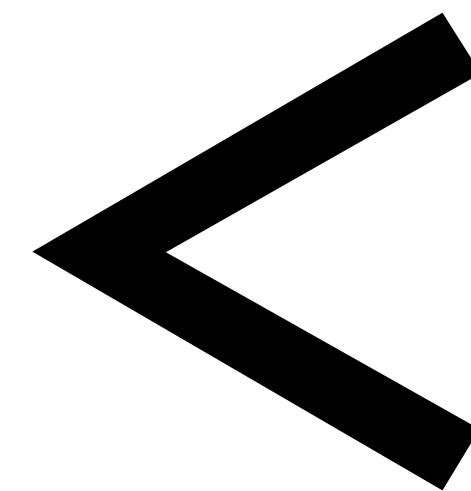


2回目

理想とする
結果



理想－現状＝－1

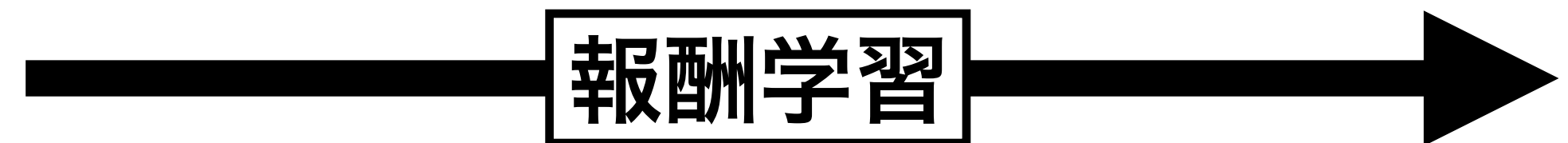


理想との関係性



理想－現状＝＋2

報酬学習



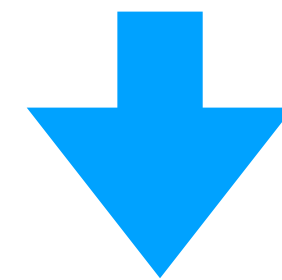


運動学習の種類

～ゴルフのスイングが出来るようになる～

＜手順＞

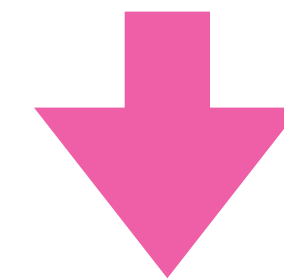
スイング動作
粗大動作



大脳基底核

＜協調性＞

動作時における筋の
タイミング
組み合わせ
出力



小脳

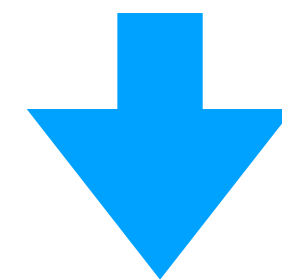


運動学習の種類

～ゴルフのスイングが出来るようになる～

＜手順＞

スイング動作
粗大動作

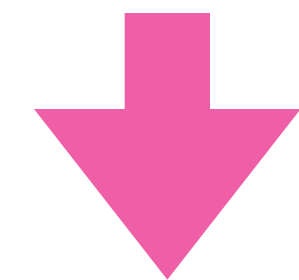


大脳基底核

予測と誤差

＜協調性＞

動作時における筋の
タイミング
組み合わせ
出力

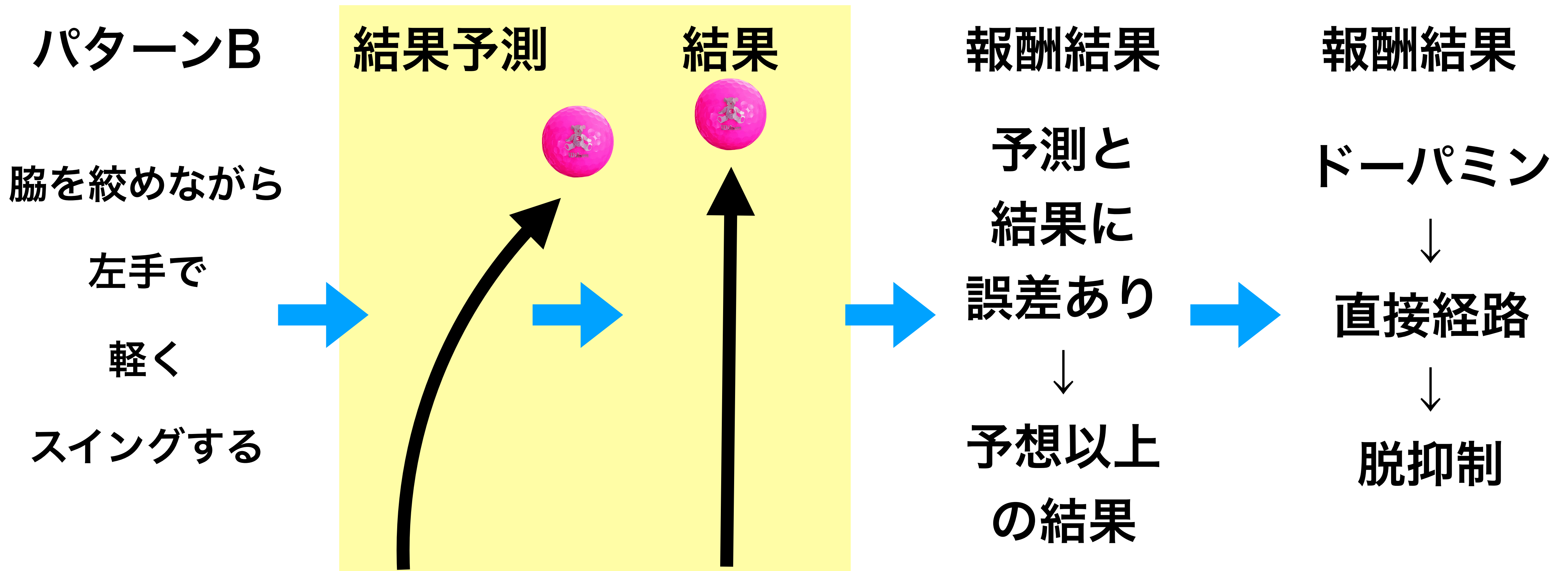


小脳

必要なこと

基底核の運動学習に必要なこと

基底核の運動学習（手順の獲得）は、強化学習（報酬予測）である。



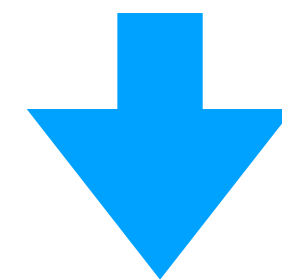


運動学習の種類

～ゴルフのスイングが出来るようになる～

＜手順＞

スイング動作
粗大動作

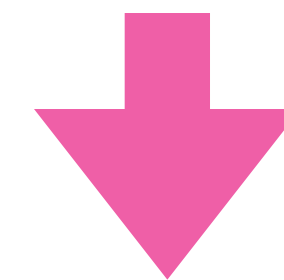


大脳基底核

予測と誤差

＜協調性＞

動作時における筋の
タイミング
組み合わせ
出力



小脳

固有感覚

この仕組みのことを何という？

中心溝

教師あり学習

無意識の固有感覚

運動前野

内包前脚

遠心性コピー

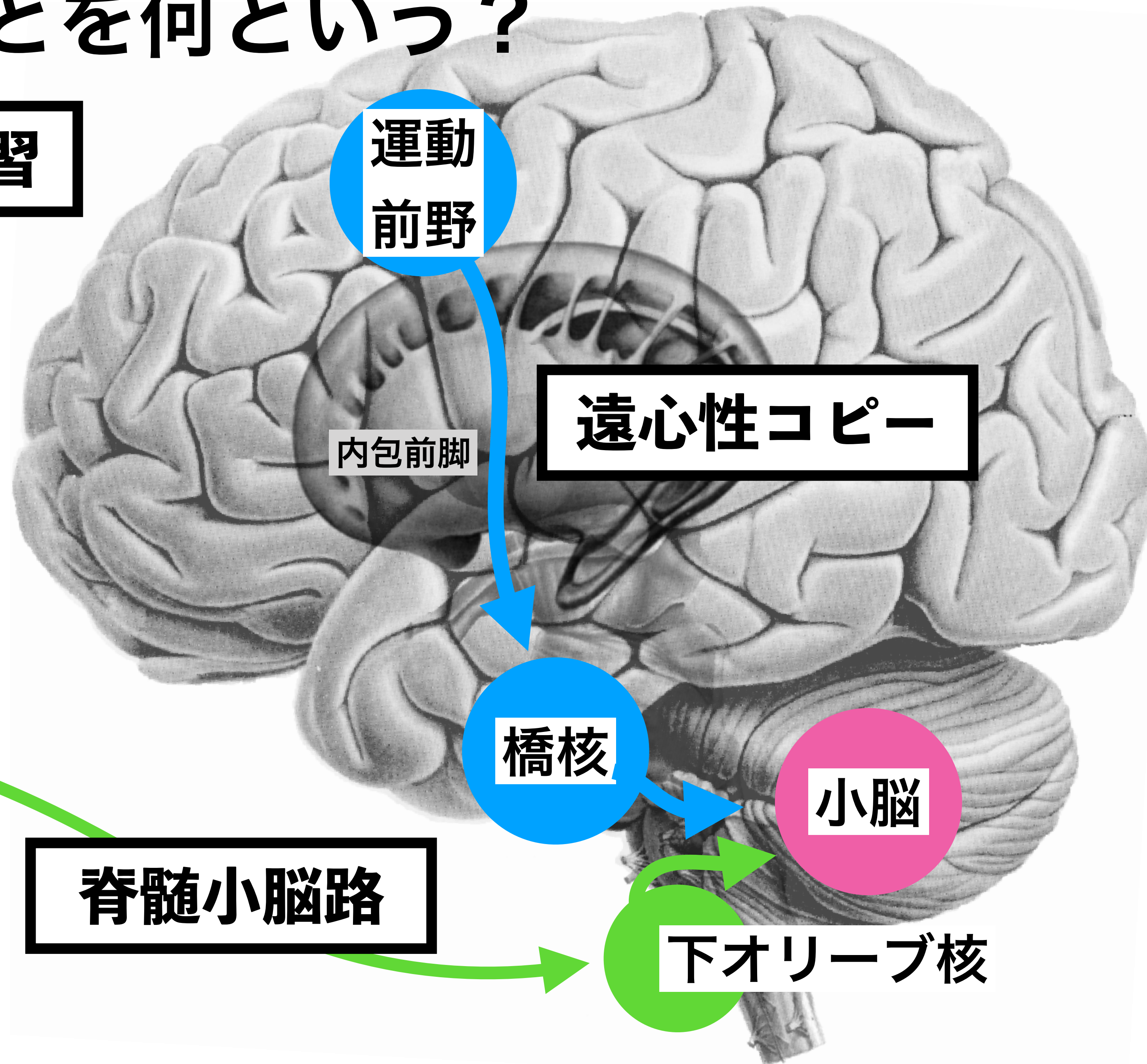
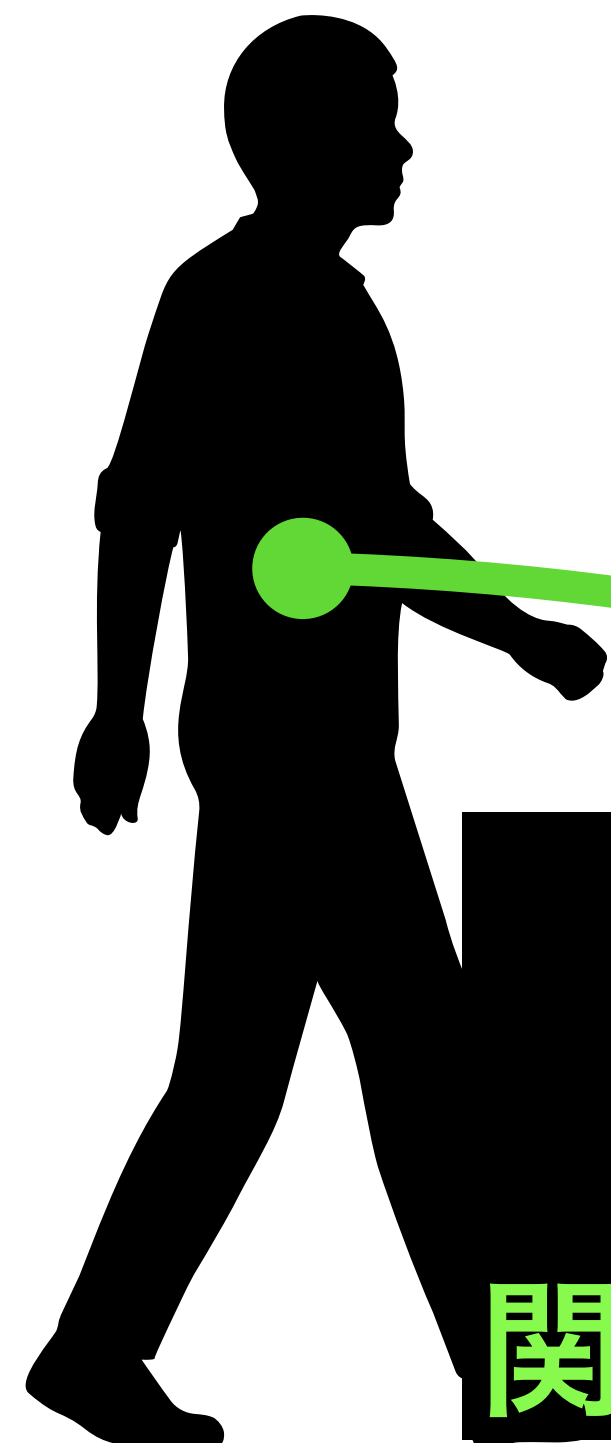
橋核

小脳

脊髄小脳路

下オリーブ核

筋紡錘
腱紡錘
関節受容器



運動学習の結論

運動学習に（手続き記憶にするために）必要なこと

記憶 = 再現性がある = 同じ動作である

① 同じ動作の反復

→ 毎回 $1+1=2$ であること

② 感覚に意識ができる

→ 同じであるという理解

③ 予測が必要

→ 足し算ではなく引き算

小脳の運動が学習を誘発する 臨床でのポイントとは？！

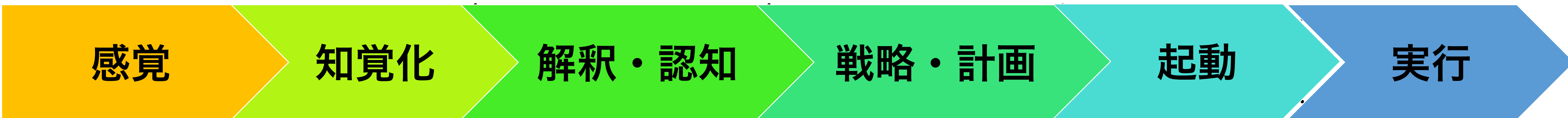
- ① 目的運動が明確である（運動前野＋遠心性コピー）
- ② 深部感覚情報が正しい（筋・関節のアライメントを含めて）
- ③ 長期増強・長期抑圧を使い分ける
- ④ 反復が必要

モーターコントロール

知覚

認知

活動



末梢感覚
受容器

感覚障害

視床
小脳
体性感
覚野

知覚障害

頭頂葉
後頭葉
側頭葉
高次感覚野

高次脳機能障害
認知・行為

前頭前野
連合葉

補足
運動野
運動前野
基底核
小脳

動作障害

一次
運動野
錐体路

運動障害
麻痺
筋緊張



筋
関節

運動障害
筋力低下
関節可動域

記憶した手続き記憶はどうなる？

記憶した情報
(長期記憶)

記憶の引き出し方

これを何と言う

記憶はどこに？

手続き記憶
(非陳述記憶)

過去の状況を
元に引き出される
(前こうだったから)

記憶誘導型運動
(運動プログラム)

基底核

目の前の状況に
最も適したもの
(臨機応変に)

視覚誘導型運動
(運動プログラム)

小脳

結果(目標)

随意運動を 管理する神経機構

