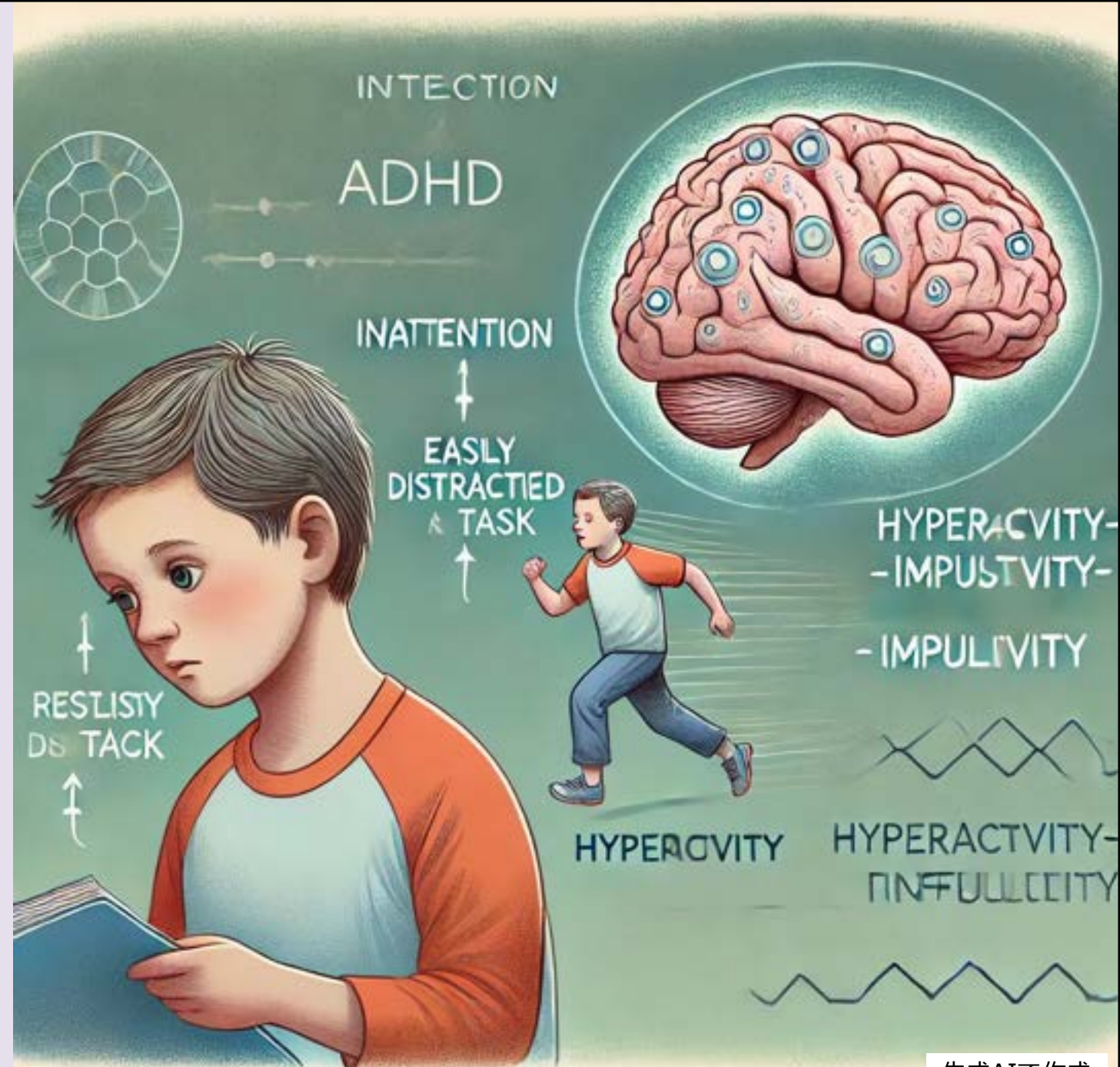


注意欠如多動症
Attention Deficit
Hyperactivity Disorder:
ADHD



注意欠如多動症(Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: ADHD)

診断基準

※正確な診断基準は成書にしたがってください

□ DSM-5-TR (アメリカ精神医学会/精神障害の診断と統計マニュアル第5版-テキストリヴィジョン)

項目	内容
A1	不注意：以下の症状のうち6つ（またはそれ以上）が少なくとも6ヶ月持続（以下省略） a. しばしば綿密に注意することができない（詳細省略）；b. 注意を持続することが困難（詳細省略）；c. 話を聞いてないように見える（詳細省略）；d. 指示に従えず、やり遂げることができない（詳細省略）；e. 順序だてることが困難（詳細省略）；f. 精神的努力の持続を避ける、嫌う（詳細省略）；g. 失くしてしまう（詳細省略）；h. 注意散漫となりやすい（詳細省略）；i. 忘れっぽい（詳細省略）
A2	多動-衝動性：以下の症状のうち6つ（またはそれ以上）が少なくとも6ヶ月持続（以下省略） a. 非移動性多動に関する（詳細省略）；b. 移動性多動に関する（詳細省略）；c. 不適切な状況で走り回ったり登ったりする（詳細省略）；d. 静かに遊んだり余暇活動につくことができない（詳細省略）；e. じっとしていることができない（詳細省略）；f. しゃべりすぎる（詳細省略）；g. 質問が終わる前に出し抜いて答え始める（詳細省略）；h. 順番を待つことが困難（詳細省略）；i. 他人を妨害、邪魔する（詳細省略）
B	不注意、多動-衝動性の症状のうちいくつかが12歳になる前から存在していた（詳細省略）
C	不注意、多動-衝動性の症状のうちのいくつかが2つ以上の状況（家庭・学校・職場など）で存在している（詳細省略）
D	症状が社会的、学業的、または職業的機能を損ねている（詳細省略）
E	症状は、統合失調症や他の精神障害・疾患ではうまく説明されない（詳細省略）

American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5-TR. Washington DC, American Psychiatric Publishing, 2022

□ 疫学

小児の有病率は約7.2%とされる。小児や青年の有病率は0.1～10.2と幅広い。成人では2.5%。
男女比は子どもで2対1、成人で1.6対1（男性に多い）。女性では男性よりも不注意の傾向が多い。

American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5-TR. Washington DC, American Psychiatric Publishing, 2022

不注意



- 注意集中困難.
- 他のことに注意を取られやすい.
- 課題を最後までやり遂げられない (注意の維持困難).
- 注意配分が悪い (注意の分配性が低い, デュアルタスク困難).
- 周囲の物事に気をとられ, 大事なことを忘れる.
- 興味を引いたことに, 次々に手をつける.
- テストなどで何回も同じところでミスをして, ミスが残る.
- 何か大事なことや興味があることに集中して取り組んでいる際にも, 他に興味を引くものが現れると, 即座に反応してしまう (転動性亢進, 注意のフィルター機能低下).



叱責の対象となりやすい

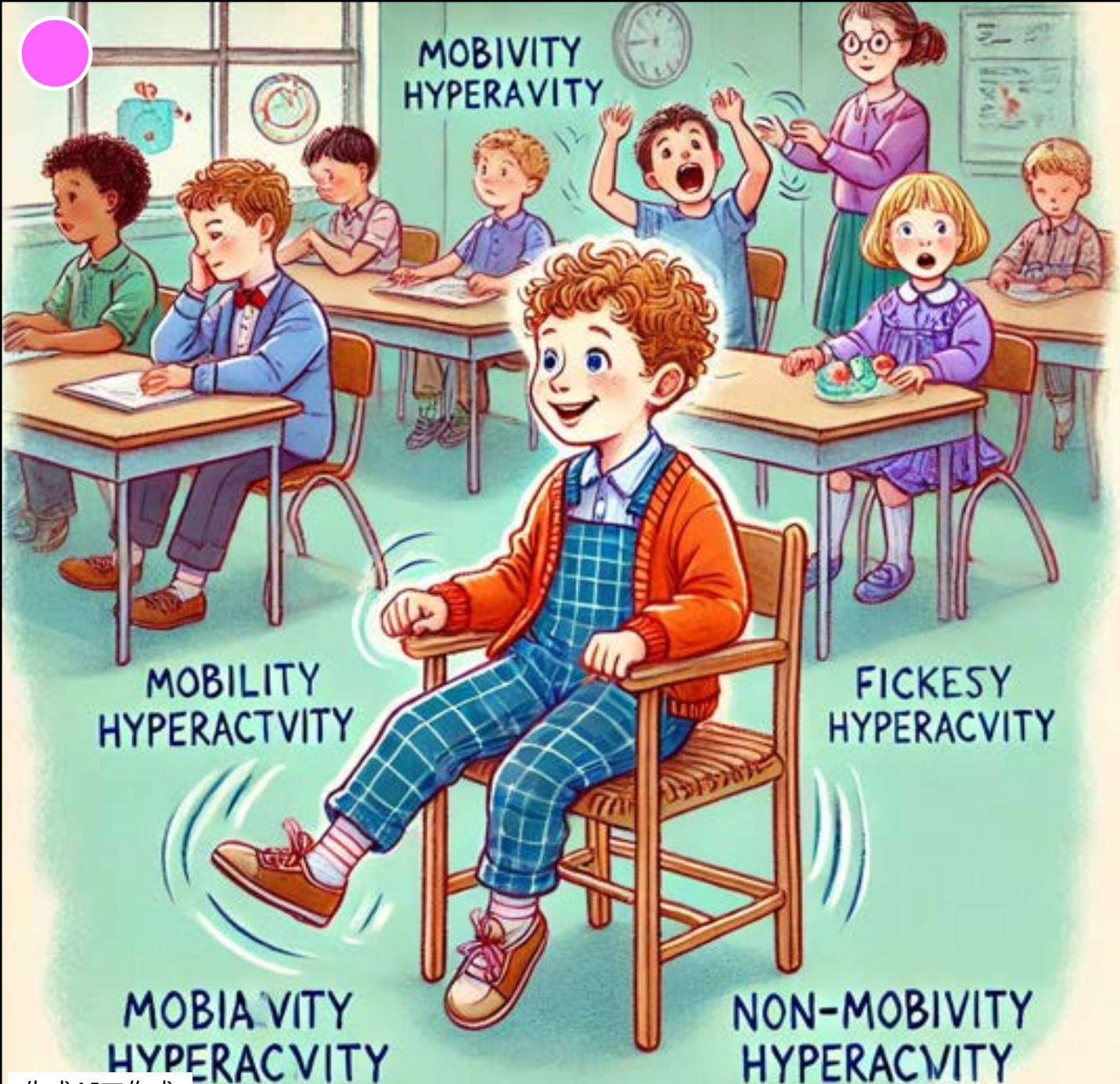
周囲から, 「ちゃんとしてない」「だらしない」「努力が足りない」「やる気がない」と見られがち.



※Attention!

叱責を繰り返し与えても, ADHDにおける不注意症状が改善することは少ない.





多動性



- 言葉通り、多動である。
- 座っていても歩き回る＝移動性多動。
例：授業中に、席を立て、歩き回る。
- 絶えず身体を動かしている＝非移動性多動。
例：授業中、座ってはいるが、椅子を左右・前後にガタガタと揺らす。
- 過度に騒がしい、はしゃぎすぎ。
- 集団活動・生活からはみ出してしまう。



学校現場で問題となりやすい

座って授業を受けることの多い学校現場では、この症状は目立つため、問題となりやすい。



※Attention!

小学校低学年時には、多くみられる。定型発達児の場合、学年が上がるに伴いこうした傾向は減少してくる。しかしながら、ADHD児の場合、高学年になっても症状がみられる。そのため、見極めと、その間の対応が重要となる。

衝動性

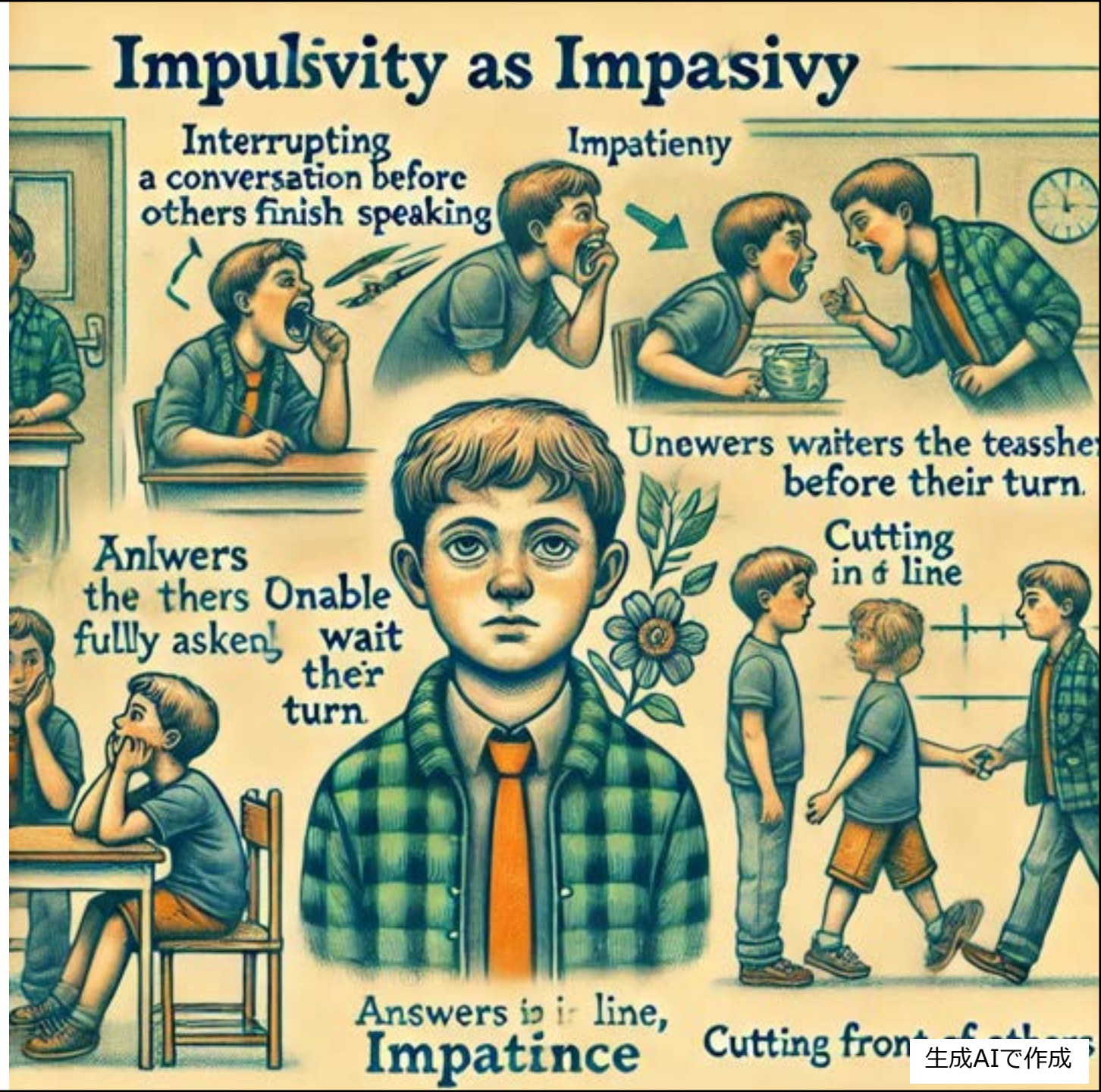


衝動性というと、「怒りっぽい」「急に感情を爆発させる」「乱暴」といったイメージさせるが、「衝動性」は「暴力性」「攻撃性」ということではない。

- 相手の話が終わらないのに、出し抜けてしゃべってしまう。
 - 列に並んで順番を待てない。
 - 他人にすぐちょっかいを出してしまう。
 - 教師の質問が終わらないうちに、答えてしまう。
 - 他人の会話に割り込んでしまう。
 - 過度のおしゃべり。
- すなわち衝動性とは、「でしゃばり」「せっかち」というニュアンスである。



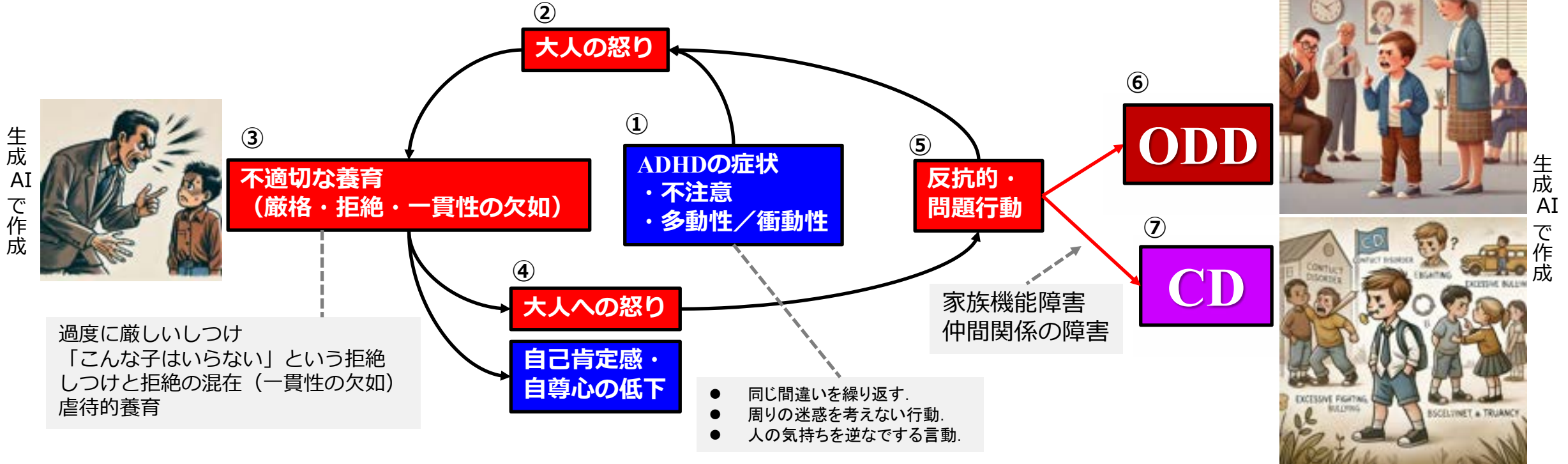
前頭前野（特に内側前頭前野）が担う抑制制御の困難さとの関係



攻撃性・乱暴

※Attention!

ADHD特性から直接生じるものではなく、環境要因（特に大人側の不適切な対応）との相互作用によって引き起こされてくるものと理解することが重要



反抗挑戦性障害（Oppositional Defiant Disorder: ODD）

著しい拒絶的，敵対的，挑戦的行動のことであり，大人に対する頻回で激しい癇癪，口論，大人の要求や規則への反抗・拒否，故意の挑発，責任転嫁，神経過敏やイライラ，怒り，意地悪や執念深さといった行動が，4つ以上，6カ月以上続く状態．

行為障害（Conduct Disorder: CD）

他人の基本的権利を侵害し，社会規範を侵す，反復し持続する反社会的行動であり，過度の喧嘩やいじめ，動物や他人への残虐行為，器物破損，放火，人を騙すこと，盗み，怠学や家出などの反社会的行動が3つ以上かつ12カ月以上続く症状．



ADHDの病態

1. 神経伝達物質の異常

ドーパミン作動系である前頭前野（注意，計画，ワーキングメモリ，衝動抑制）において，ドーパミンの分泌低下・輸送異常により，不注意や衝動性が生じる．ノルアドレナリンの分泌低下により，覚醒や注意の調整困難，注意集中および持続困難，注意の切り替えの早期化が生じる．

2. 実行機能障害

ADHDでは前頭前野の機能不全があり，特に前頭前野が担う実行機能（行動計画，注意制御，抑制制御）の低下が不注意や多動-衝動性の抑制困難に関連している．

3. 非定型報酬処理

報酬回路の異常により，将来的な報酬よりも即時的な報酬を過度に好む傾向がある

4. 非定型デフォルトモードネットワーク（DMN）

脳が安静時に活性化し，活動時に活動低下するネットワークであるDMNが，タスク中にも過度に活性化しており，これが不注意や多動-衝動性に関連している．

5. 遺伝要因

ドーパミン受容体やドーパミントランスポーターに関連する遺伝子が，ADHDの発症に影響を与える．

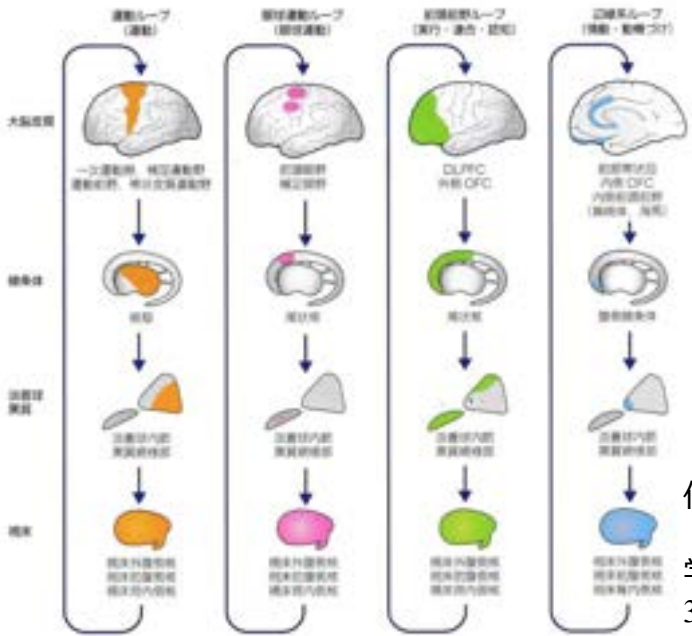
6. 環境要因

出生前の環境因子（例：妊娠中のアルコール摂取や喫煙），出生後の社会環境（例：家庭内のストレスや教育環境）もADHDの発症リスクを高める．

実行機能障害

実行機能とは、①目標の設定⇒②行動の計画⇒③計画の実行⇒④効果的な行動（自己監視に基づく自己修正）という一連の高次認知過程

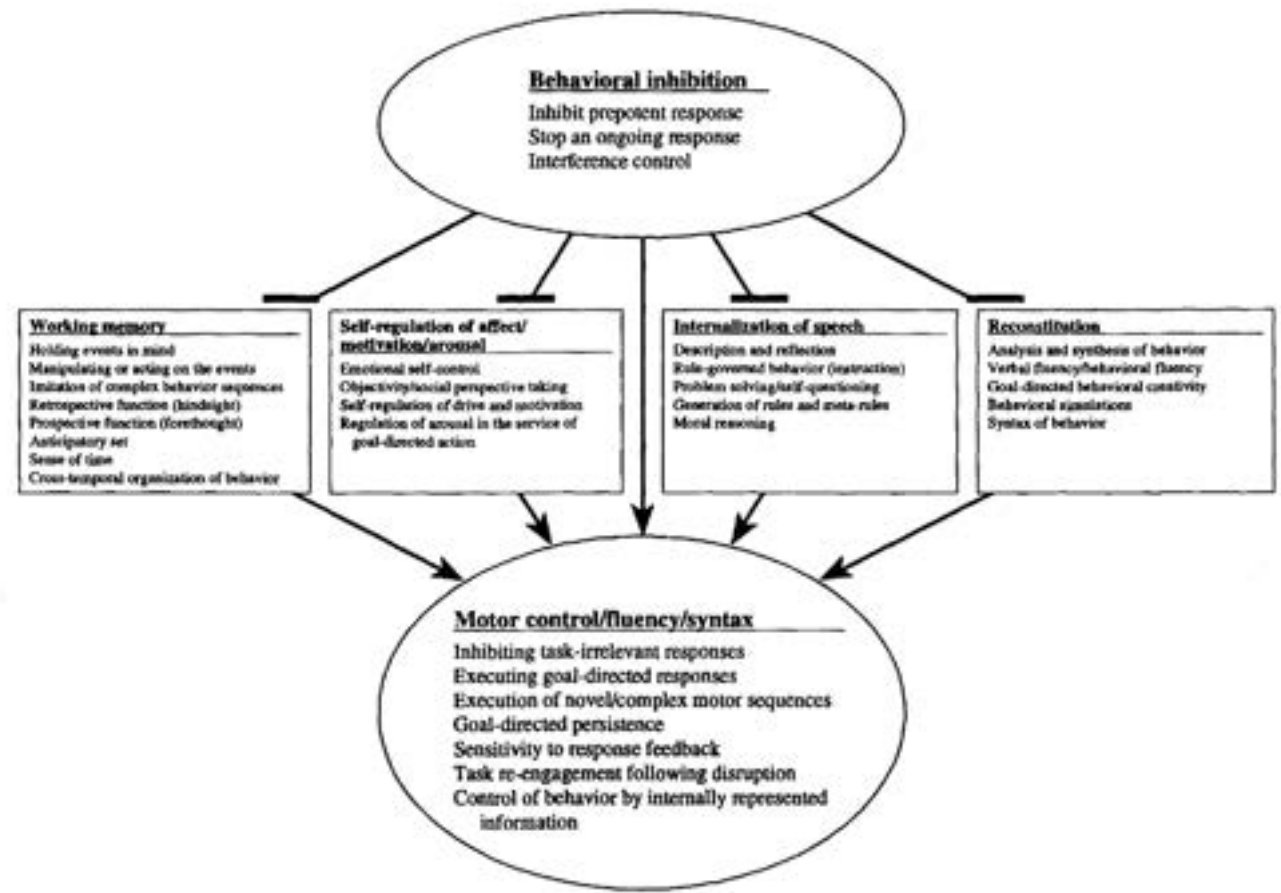
実行機能の中でも抑制機能の低下が、その他の実行機能（ワーキングメモリ、自己調整、内言化）に影響を与え、ADHD特性をもたらす



信迫悟志. 中枢神経系のネットワークと機能障害. 標準理学療法学 神経理学療法学 第3版. 医学書院, pp 32-52, 2022.

前頭前野（特にDLPFC）を中心とした皮質-線条体-視床-皮質ループ（Cortico-Striato-Thalamo-Cortical: CSTC）と上縦束、帯状束によって担われており、ADHDではこれらの活動減少および微細構造組織の減少がある

Connaughton M, Whelan R, O'Hanlon E, McGrath J. White matter microstructure in children and adolescents with ADHD. Neuroimage Clin. 2022;33:102957.



Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. Psychol Bull. 1997 Jan;121(1):65-94.

抑制機能

不要なものは抑制（我慢）して，大事なものに注意を向ける

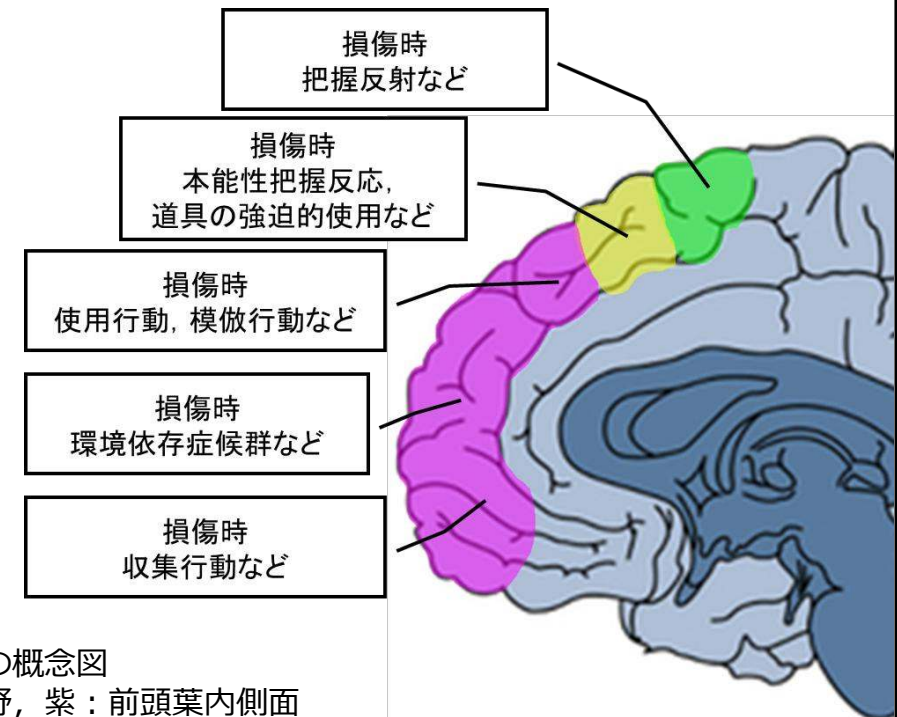
例：内側前頭前野を損傷した場合の抑制障害

前頭前野の中でも内側面は，様々な抑制機能を持っています
そのため，損傷すると，様々な抑制障害が生じます

例：

- ◆ 把握反射：握りたくないのに握ってしまう
- ◆ 道具の強迫的使用：使いたくないのに使ってしまう
- ◆ 模倣行動：真似したくないのに，真似してしまう
- ◆ 環境依存症候群：入りたくないのに，トイレに入ってしまう
- ◆ 収集行動：集めたくないのに集めてしまう

などなど・・・

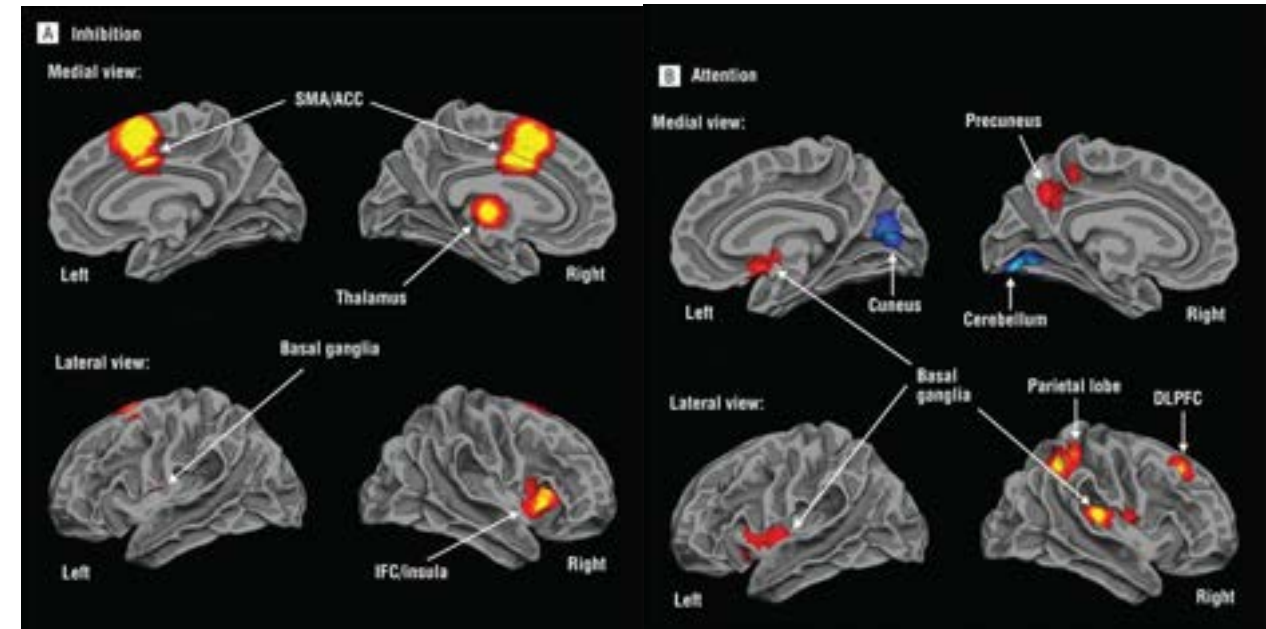
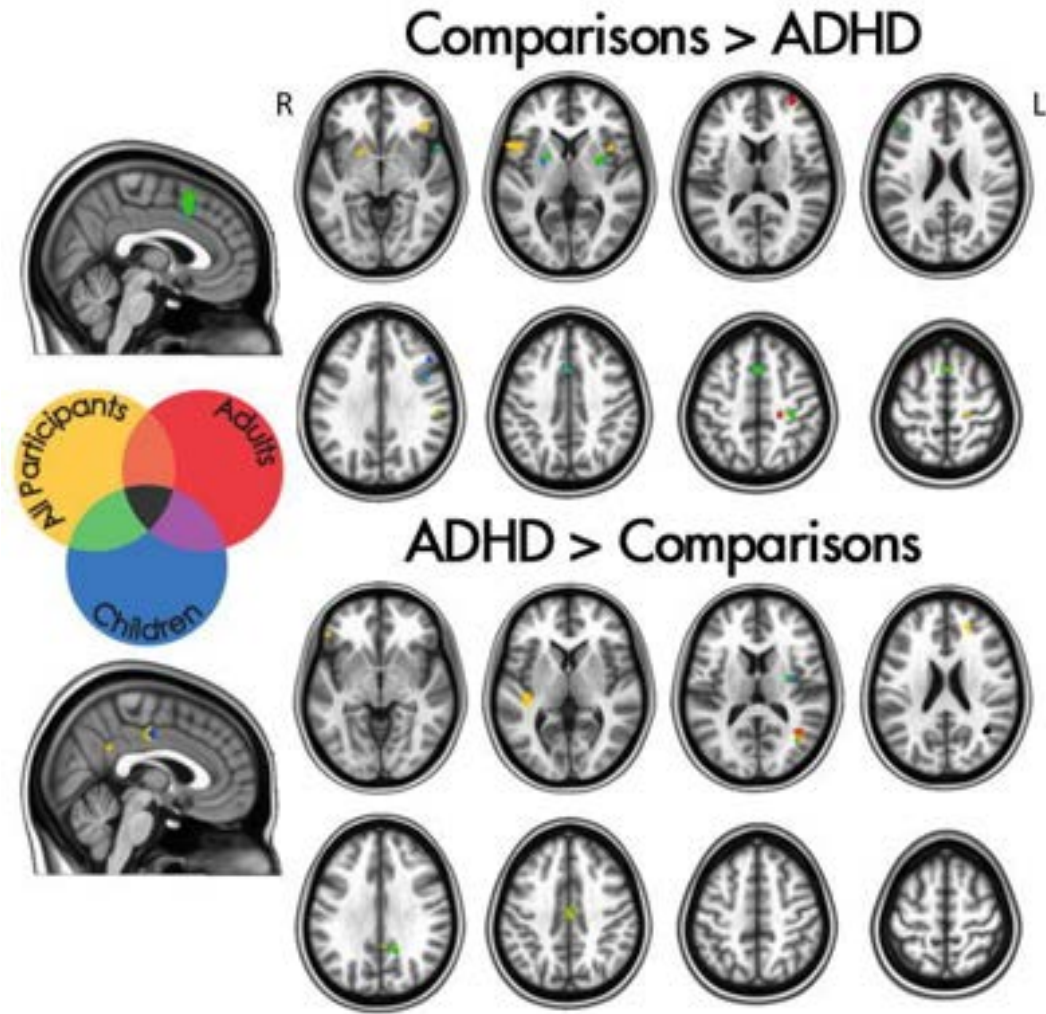


前頭葉内側面と損傷時の抑制障害の概念図

緑：補足運動野，黄：前補足運動野，紫：前頭葉内側面

前頭葉内側面は後方から前方に向かって，単純な運動からより複雑な行為の抑制機能を有しており，病巣が前方に位置するほど，複雑な抑制障害が出現する。

実行機能障害_抑制障害



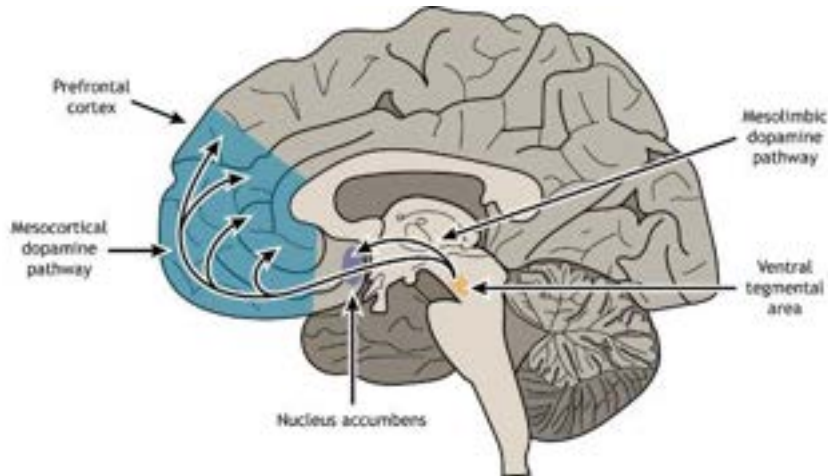
- ▲ 補足運動野を含む前頭葉内側面の活動低下がある
- ◀ 背側前頭前野（DLPFC／DMPFC）の活動低下がある

Cortese S, Kelly C, Chabernaud C, Proal E, Di Martino A, Milham MP, Castellanos FX. Toward systems neuroscience of ADHD: a meta-analysis of 55 fMRI studies. *Am J Psychiatry*. 2012 Oct;169(10):1038-55.

Hart H, Radua J, Nakao T, Mataix-Cols D, Rubia K. Meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies of inhibition and attention in attention-deficit/hyperactivity disorder: exploring task-specific, stimulant medication, and age effects. *JAMA Psychiatry*. 2013 Feb;70(2):185-98.

非定型報酬処理

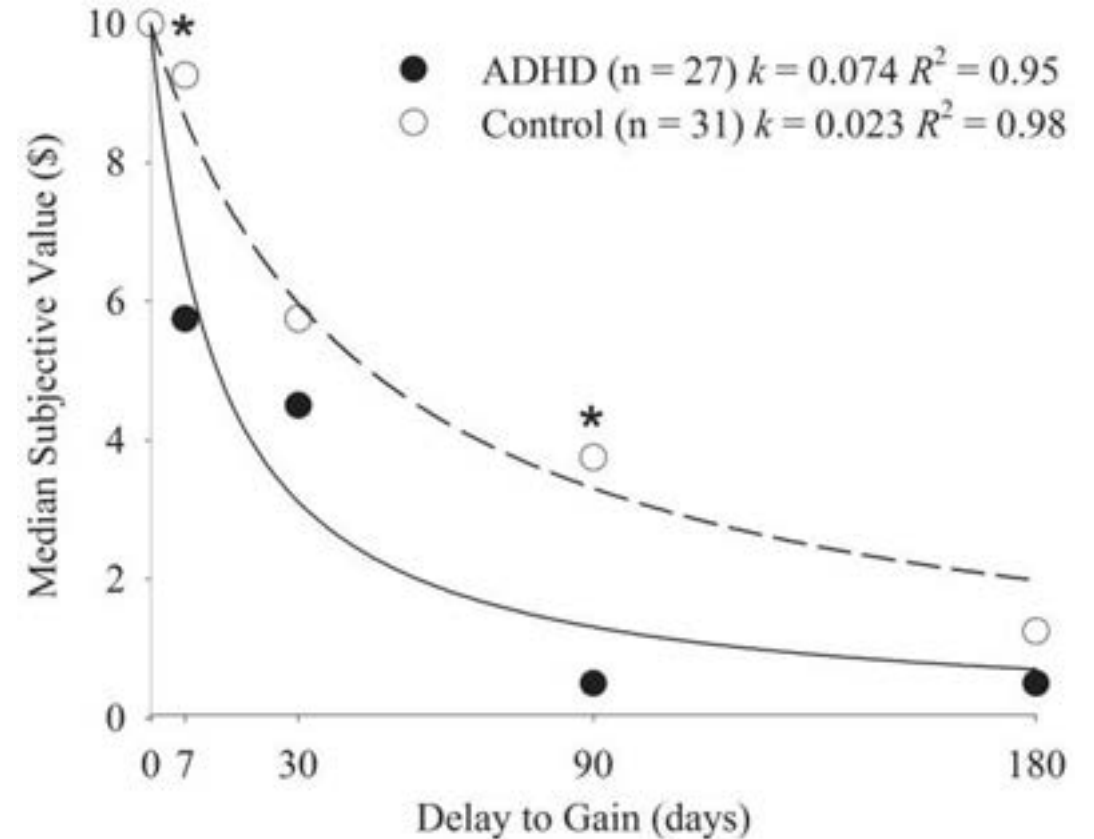
非定型報酬処理とは、ADHDを有する児が示す大きな遅れた報酬よりも小さな即時の報酬を好む傾向があるなどの報酬に対する感受性の非定型発達のことを意味する



<https://openbooks.lib.msu.edu/neuroscience/chapter/motivation-and-reward/>

報酬処理に関わる主要な脳内ネットワークとして前頭前野（眼窩前頭前野，前帯状回，背外側前頭前野）と側坐核，腹側被蓋野，そして大脳基底核（線条体・黒質）からなる報酬回路があり，ADHDではその微細構造組織異常および機能的異常がある。

Connaughton M, Whelan R, O'Hanlon E, McGrath J. White matter microstructure in children and adolescents with ADHD. Neuroimage Clin. 2022;33:102957. doi: 10.1016/j.nicl.2022.102957.

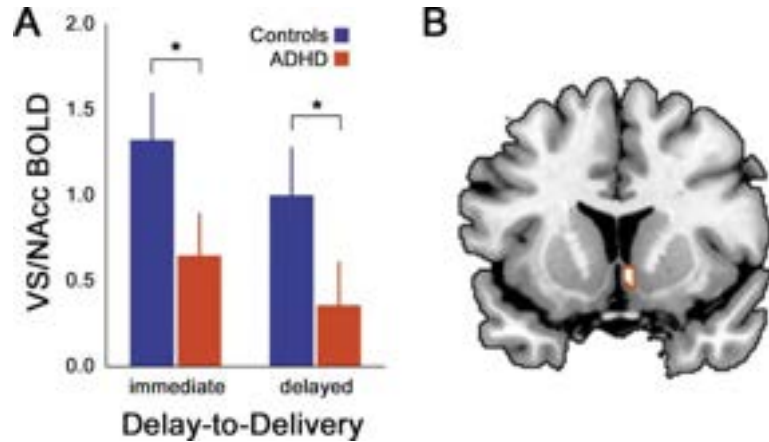


遅延割引モデル

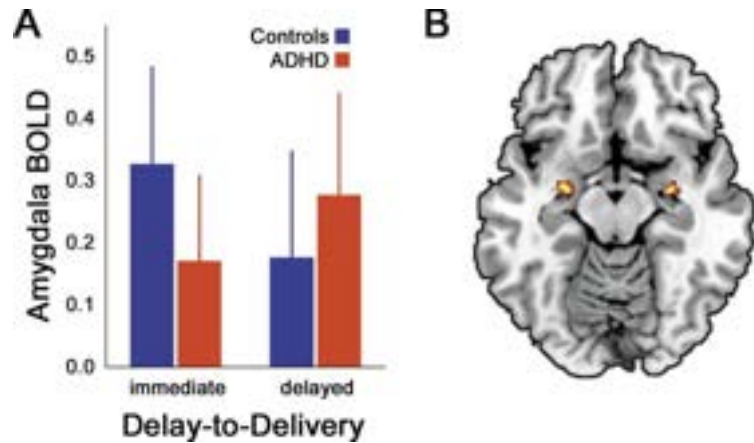
ADHD児は即時の小さな報酬を好み，遅延した大きな報酬を好まなかった

Wilson VB, Mitchell SH, Musser ED, Schmitt CF, Nigg JT. Delay discounting of reward in ADHD: application in young children. J Child Psychol Psychiatry. 2011 Mar;52(3):256-64.

非定型報酬処理

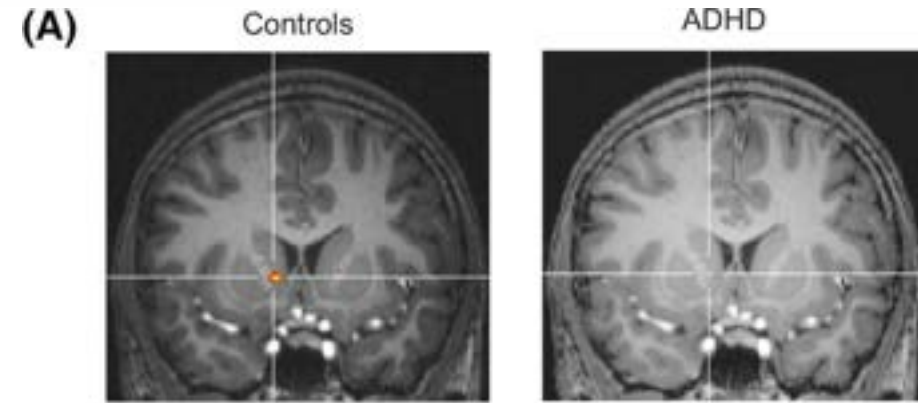


即時報酬に対する腹側線条体/側坐核の低活動

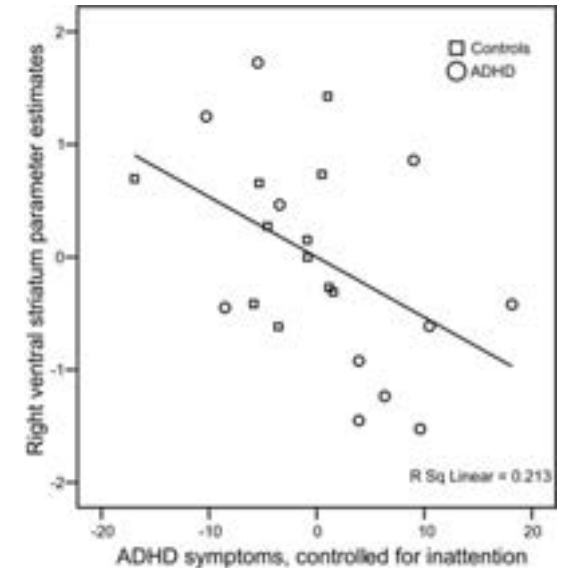


遅延報酬に対する扁桃体/背側線条体の過活動

Plichta MM, Vasic N, Wolf RC, Lesch KP, Brummer D, Jacob C, Fallgatter AJ, Grön G. Neural hyporesponsiveness and hyperresponsiveness during immediate and delayed reward processing in adult attention-deficit/hyperactivity disorder. Biol Psychiatry. 2009 Jan 1;65(1):7-14.



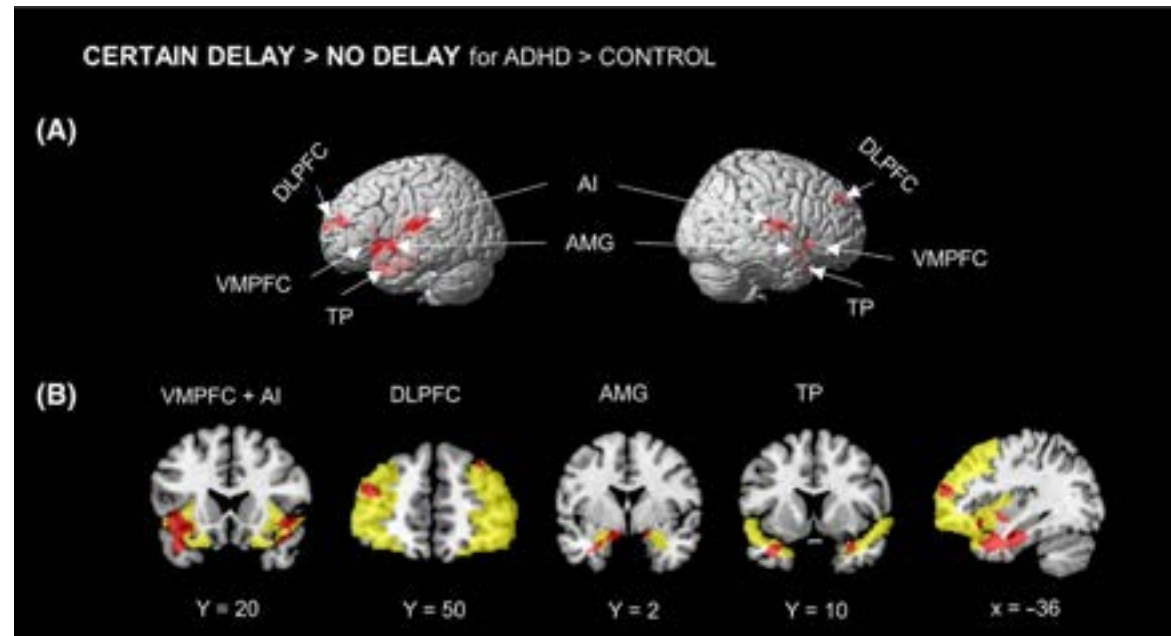
報酬期待時の腹側線条体の活動低下と多動-衝動性の増加との間に有意な相関



Scheres A, Milham MP, Knutson B, Castellanos FX. Ventral striatal hyporesponsiveness during reward anticipation in attention-deficit/hyperactivity disorder. Biol Psychiatry. 2007 Mar 1;61(5):720-4.

遅延嫌悪（回避）理論

遅延嫌悪理論とは、遅延（遅れること）を回避したいという願望が、多動-衝動性を引き起こしているとする考えであり、遅延回避は回避的な結果の予測と反応に関連する脳領域の非定型機能によってもたらされる



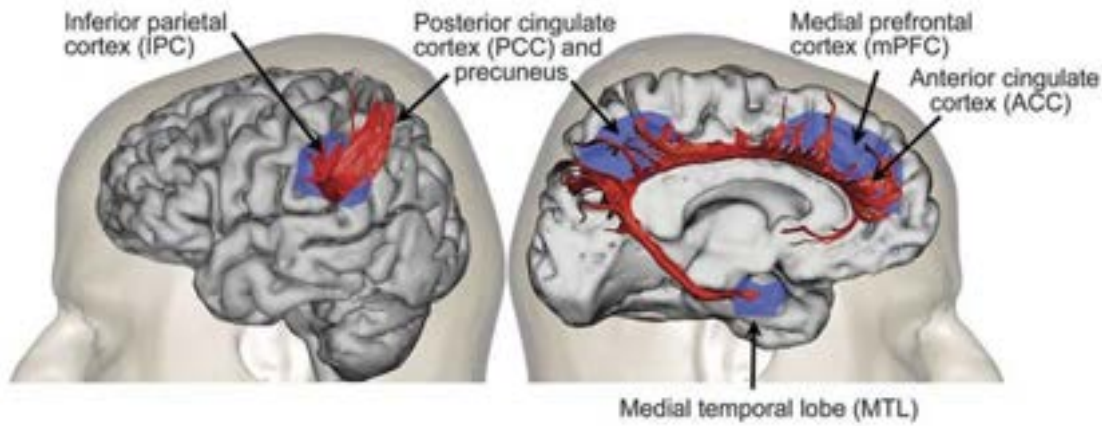
Van Dessel J, Sonuga-Barke E, Mies G, Lemiére J, Van der Oord S, Morsink S, Danckaerts M. Delay aversion in attention deficit/hyperactivity disorder is mediated by amygdala and prefrontal cortex hyper-activation. J Child Psychol Psychiatry. 2018 Aug;59(8):888-899.

主に扁桃体と前頭前野（背外側前頭前野，腹内側前頭前野），側頭極，島皮質といった脳領域とそれらを接続している鉤状束が，遅延回避に関わる脳内ネットワークを構成しており，ADHDでは遅延に際してそれらの過剰な活性化がみられる

Connaughton M, Whelan R, O'Hanlon E, McGrath J. White matter microstructure in children and adolescents with ADHD. Neuroimage Clin. 2022;33:102957.

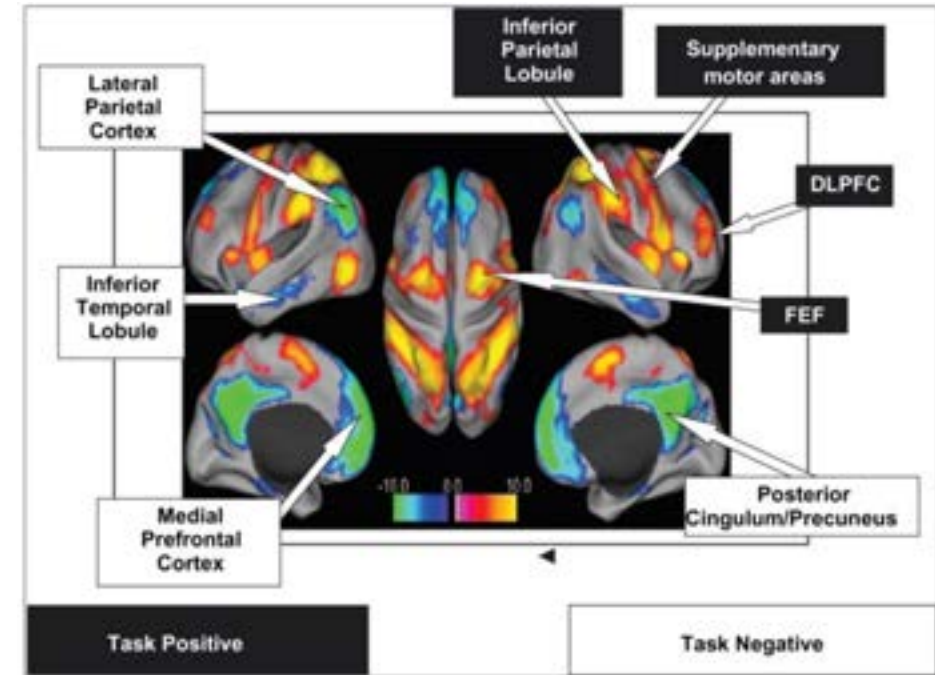
非定型デフォルトモードネットワーク (DMN)

内側前頭前野, 前/後部帯状回, 後頭頂葉・楔前部 (頭頂葉後内側部), 下頭頂小葉, 側頭葉といった脳領域とそれらを接続する帯状束, 鉤状束, 上縦束, 弓状束, 下縦束などから構成されるデフォルトモードネットワーク (Default Mode Network: DMN) は, 脳が意識的な活動をしていない安静時に活性化する脳内ネットワーク



Source: Sandrone S, and Catani M Neurology 2013;81:e172-e175

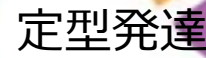
<https://www.nctneurofeedback.com/post/the-default-mode-network-dmn-and-training-its-abilities-in-the-brain>



Sonuga-Barke EJ, Castellanos FX. Spontaneous attentional fluctuations in impaired states and pathological conditions: a neurobiological hypothesis. Neurosci Biobehav Rev. 2007;31(7):977-86.

ADHDでは活動時にもDMNが過活動を生じてしまい, 不注意, 注意散漫などを引き起こす

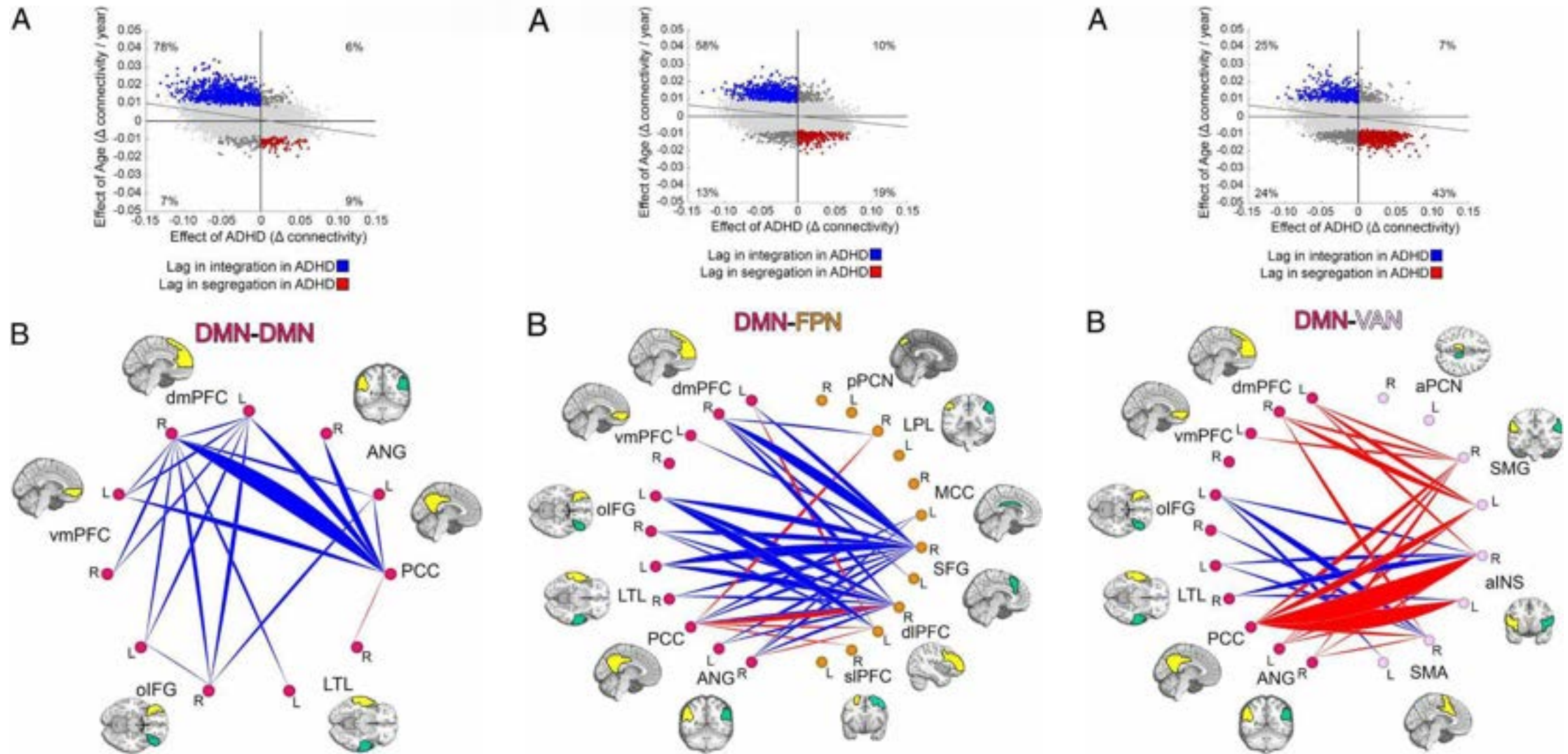
Connaughton M, Whelan R, O'Hanlon E, McGrath J. White matter microstructure in children and adolescents with ADHD. Neuroimage Clin. 2022;33:102957.



ADHD > Comparisons Comparisons > ADHD

Cortese S, Kelly C, Chabernaud C, Proal E, Di Martino A, Milham MP, Castellanos FX. Toward systems neuroscience of ADHD: a meta-analysis of 55 fMRI studies. *Am J Psychiatry*. 2012 Oct;169(10):1038-55.

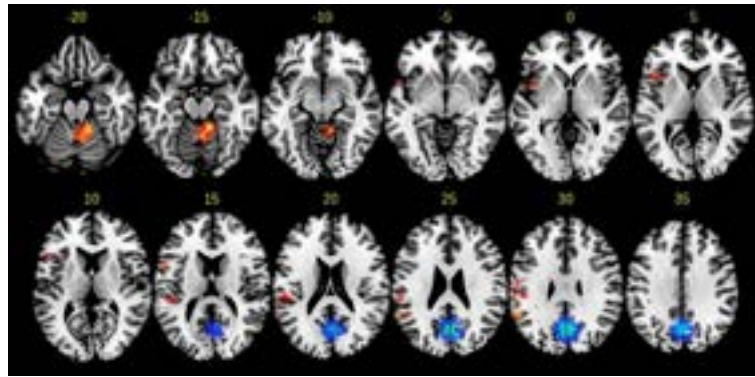
DMNとTPNとの機能的接続性の成熟遅延



DMN内の機能的接続性と、DMNと前頭頭頂ネットワーク（FPN）と腹側注意ネットワーク（VAN）という2つのタスクポジティブネットワーク（TPN）との機能的接続性において、ADHDに特異的な成熟遅延が見つかる。

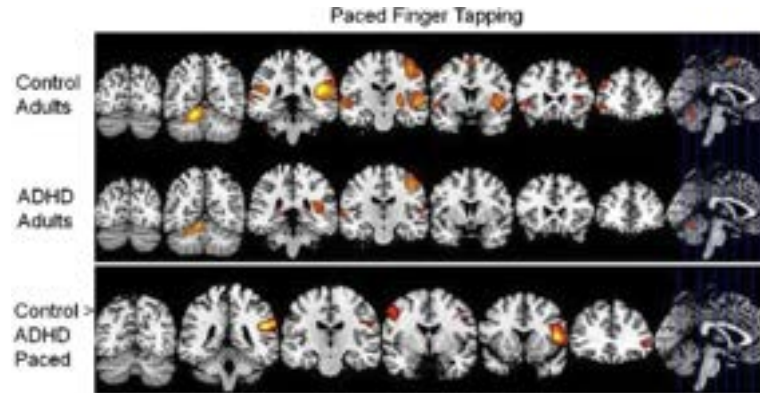
時間処理の問題

ADHDでは、運動・知覚タイミング、時間推定、時間的先見性の3つの主要なタイミング課題の成績不良およびタイミングに関わる脳領域の機能不全がある



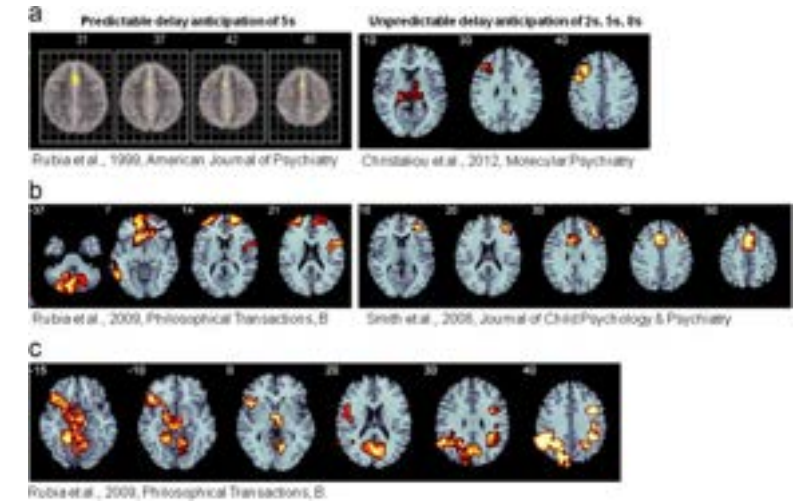
運動タイミング課題で、小脳、縁上回、IFC/島皮質で活性が低下し、DMN（楔前部、後帯状回）で活性化が増加

Hart H, Radua J, Mataix-Cols D, Rubia K. Meta-analysis of fMRI studies of timing in attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Neurosci Biobehav Rev*. 2012 Nov;36(10):2248-56.



運動タイミング課題で、IFC, M1, 基底核, 小脳, 下頭頂小葉, 上側頭回, 島皮質で活動低下

Valera EM, Spencer RM, Zeffiro TA, Makris N, Spencer TJ, Faraone SV, Biederman J, Seidman LJ. Neural substrates of impaired sensorimotor timing in adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*. 2010 Aug 15;68(4):359-67.



タイミング機能を仲介するIFC, 線条体, 小脳ネットワーク, 前頭頭頂ネットワークに機能不全

Noreika V, Falter CM, Rubia K. Timing deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): evidence from neurocognitive and neuroimaging studies. *Neuropsychologia*. 2013 Jan;51(2):235-66.

ADHDにおける不注意

注意機能

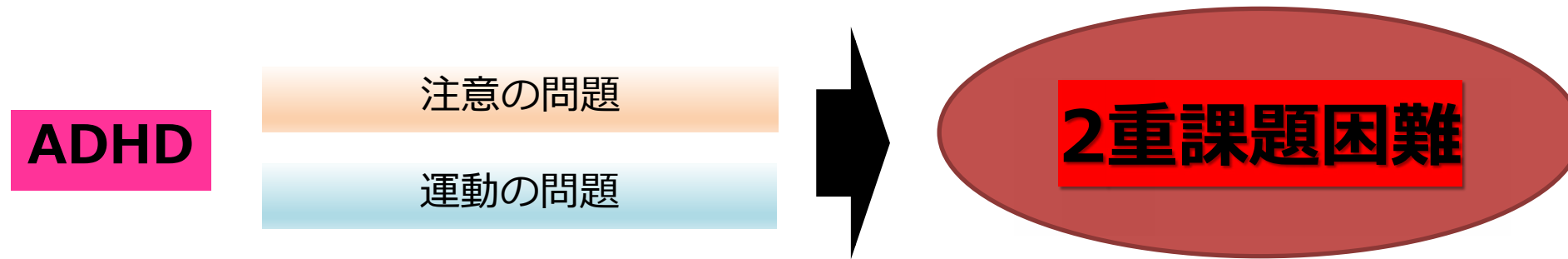


注意機能は、左図のように4つに分類されています。

- 覚度：意識レベルとほぼ同義で、意識があることを表します。意識がなければ、当然、注意もありませんからね。
- 集中性：一つのことに注意を集中できる能力を言います。例えば、今、この資料に集中している度合いです。
- 持続性：長い時間に渡って、注意を持続し続けることを言います。例えば、この資料を読むのに、どこまで注意が維持できるかの度合いです。
- 分配性：同時に複数のことに注意を払う能力であり例えば、この資料とテレビに同時に注意を向けて処理できる度合いのことです。

ADHDにおけるデュアルタスク（二重課題） 困難

ADHDにおける注意機能の低下は、デュアルタスク（二重課題）になった時に、特に顕著に表れる。



2重課題困難とは、例えば書くこと（線を引くこと）に注意を向けていると、当てている定規への注意が低下し、定規が動いてしまったり、まっすぐに線を引けないなど、運動中に複数の箇所と同時に注意を向けることが困難で、パフォーマンスが低下することをいう。

そこで注意の分配性（同時に複数へ注意を向ける能力）を向上する目的で、いくつかの遊び（2重注意トレーニング）があります。それを次のページからいくつか紹介します。



ストループ課題

次に色を示す文字が出てきます。

文字ではなく、文字を書いている色を、できるだけ早く正確に答えましょう！！

例題

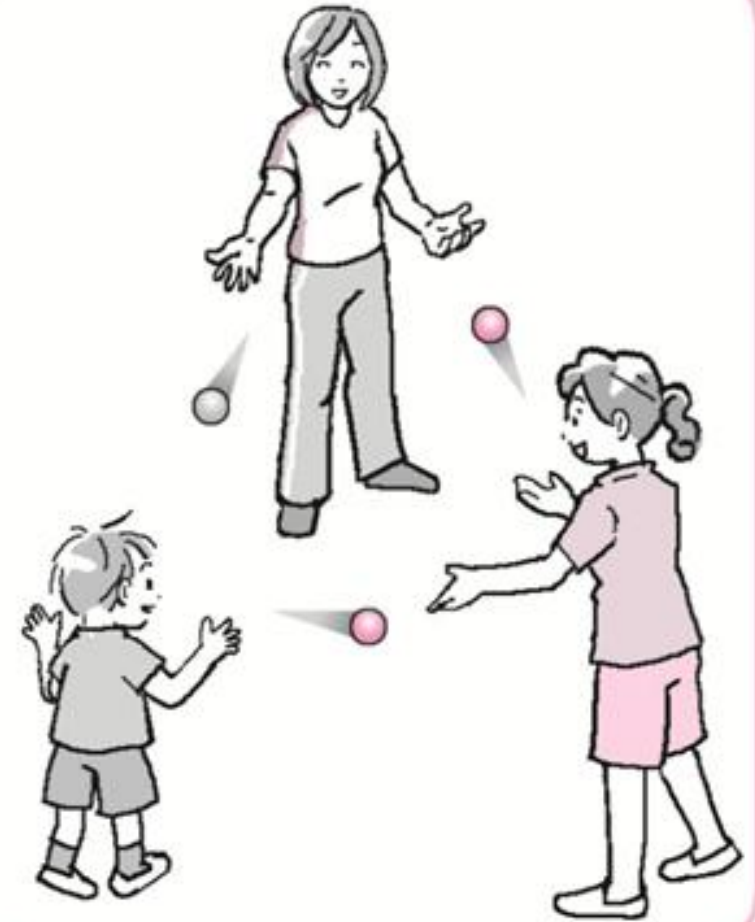
黄

答え：あお

次のスライドから実際にトライしてみてください！！

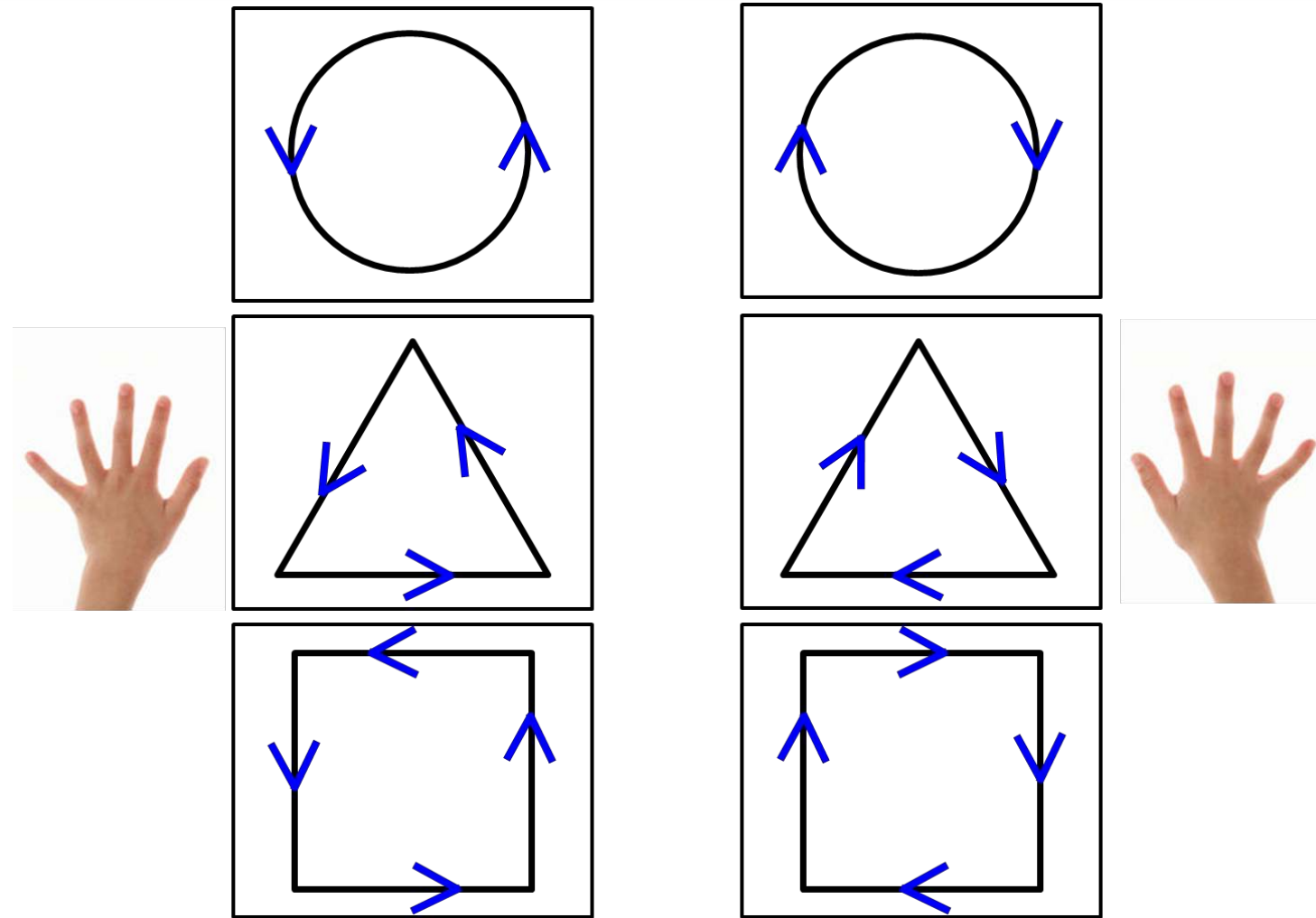
デュアルタスク（二重課題）トレーニング

お手玉遊びは、両手への注意と両手の運動協調を図る必要がある。目標回数を調整することにより、注意の分散だけでなく、持続的注意の向上も図れる。さらにお手玉遊びを一人でするのではなく、向かい合って2人（児とセラピスト／保護者／先生／他児）で行うようにすると、自己中心的な注意だけでなく、他者への注意も必要とする。お手玉の数を増やすだけでなく、参加する人数を増やしていくことで、楽しみながら、注意と運動協調のトレーニングが図れる。こうした2つのことを同時に行うデュアルタスクの概念は、工夫すれば、様々な活動・遊びの中に取り入れることが可能である。



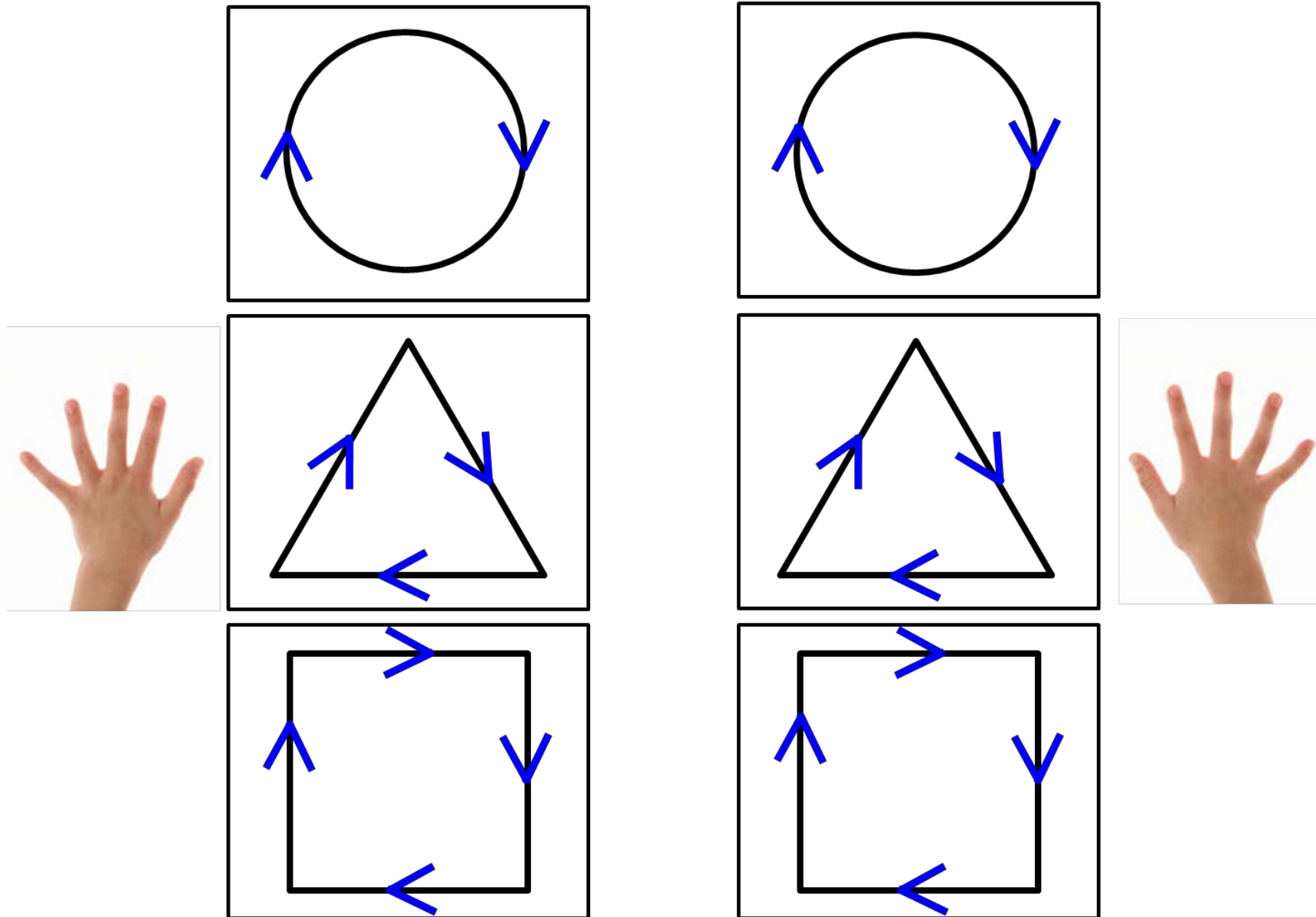
参加する人数やお手玉の数を増やすことで、難易度を調整できる。
児は、投げることと受け取ることの両方に注意を払わなければならない。

デュアルタスク（二重課題）トレーニング

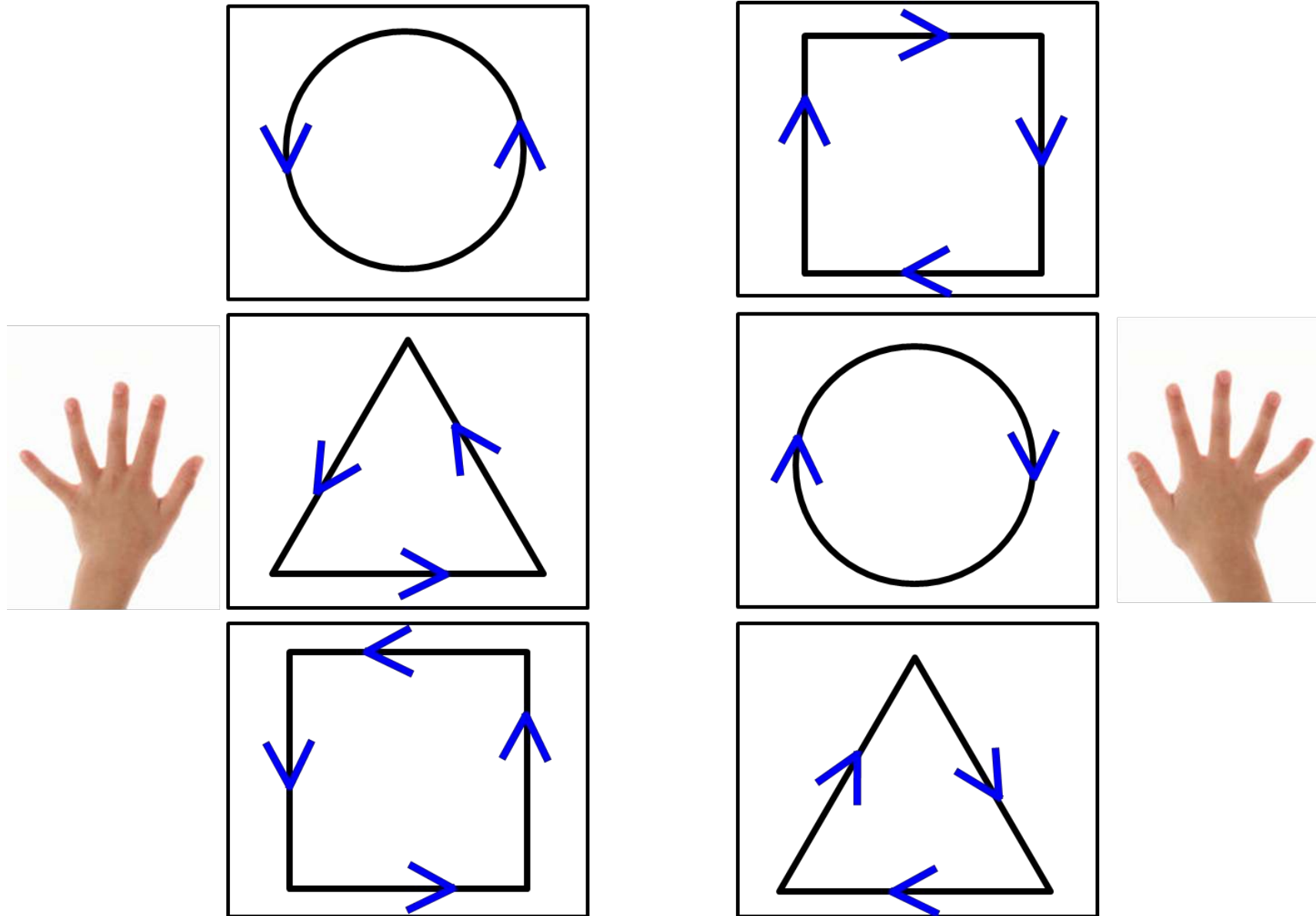


これは右手と左手でそれぞれ同時に運動軌道を描くトレーニングです。上の図では、右手と左手で同時に空中に円をグルグルと描く課題や右手と左手で同時に空中に三角や四角をグルグルと描く課題を載せています。正確性を判断するために両手に鉛筆を持ち紙に描くことで上手くできているかを視認しやすくなります。

デュアルタスク（二重課題）トレーニング

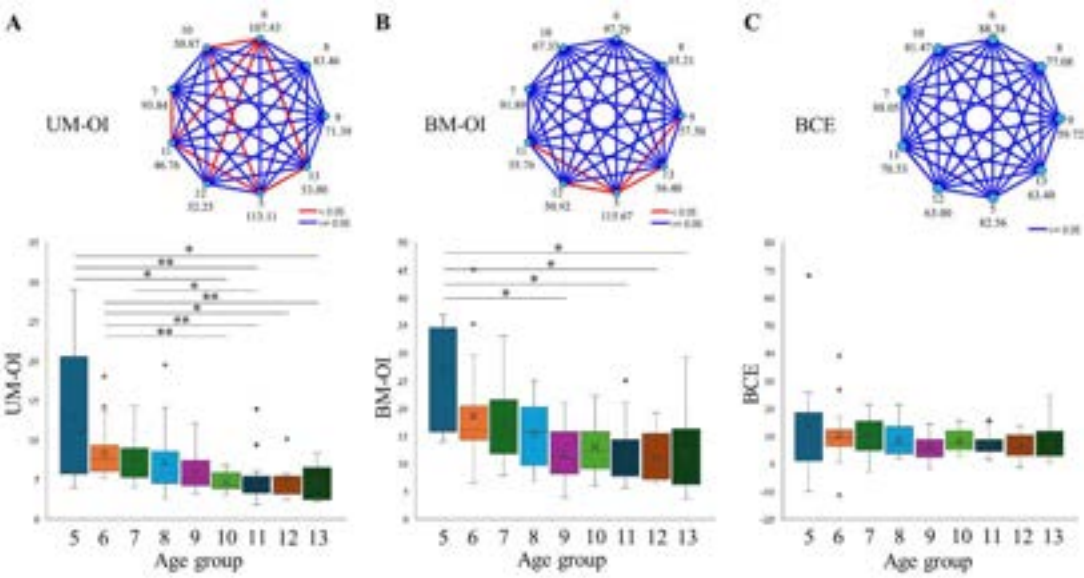
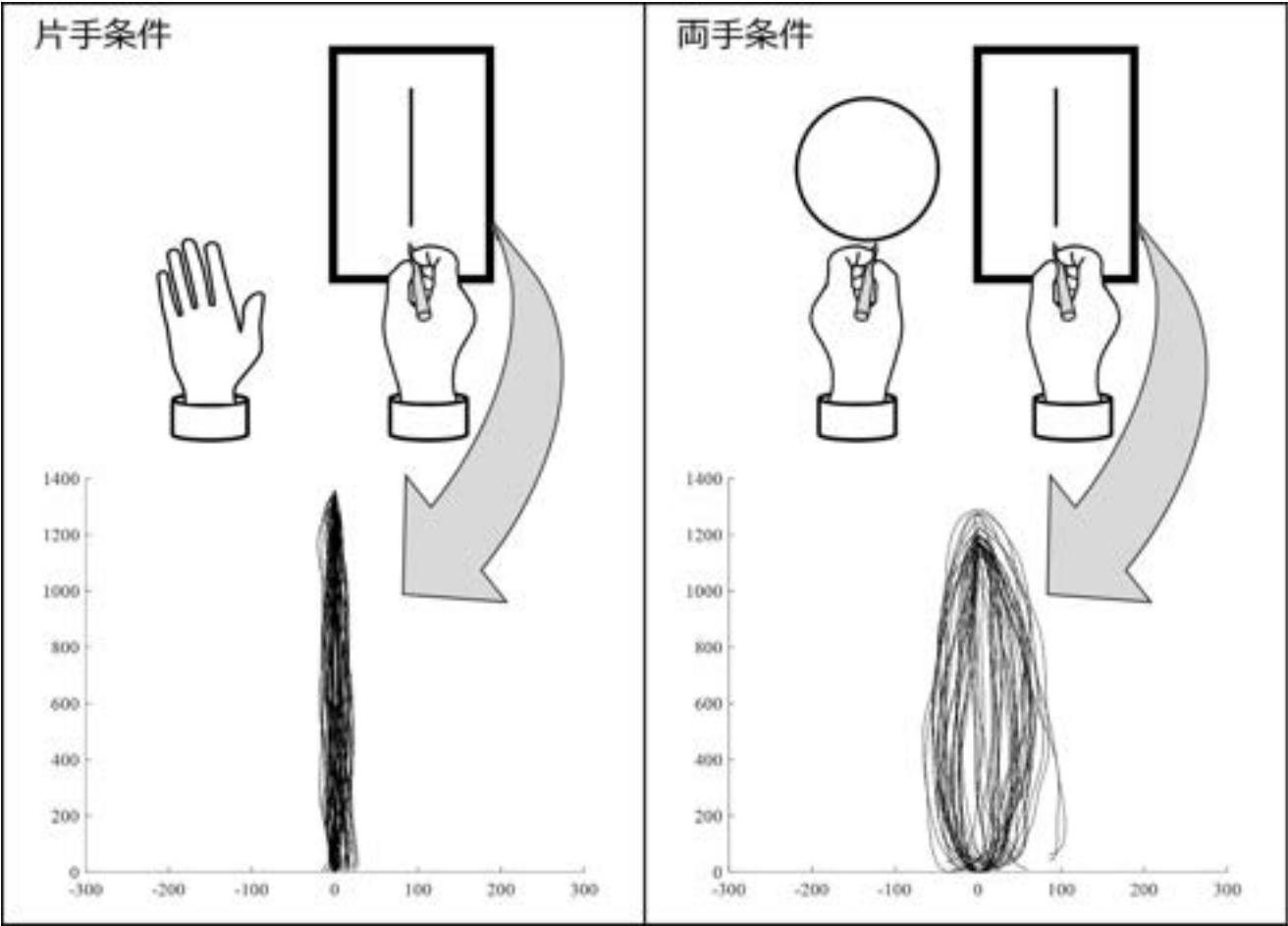


デュアルタスク（二重課題）トレーニング



両手結合課題

Bimanual Circles-lines coupling task

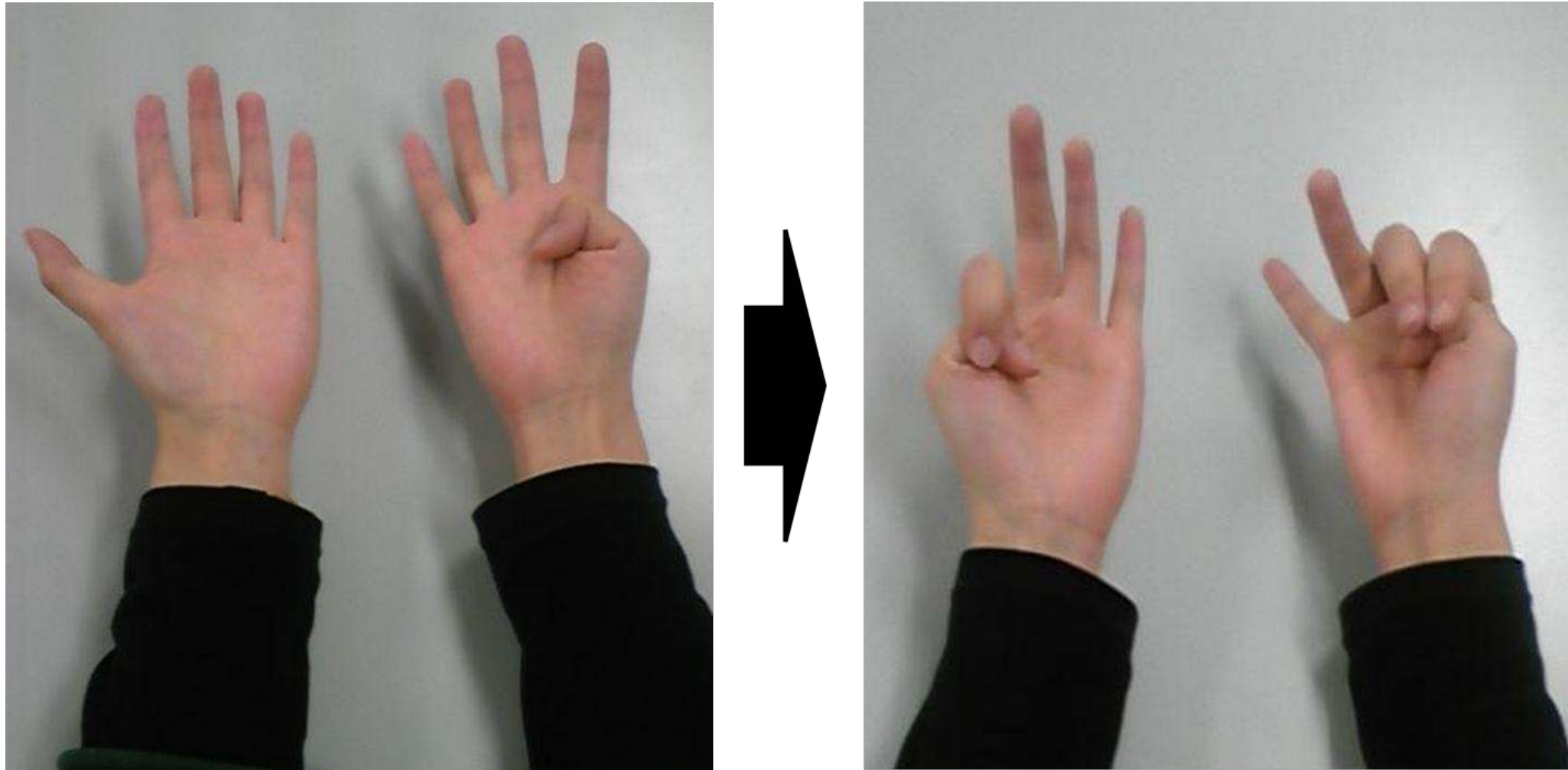


Control variable		Fine motor skills					
		Preferred hand skill	Non-preferred hand skill	Bimanual skill	Handwriting skill	Total	
Age (years)	UM-OI	partial correlation coefficient	-0.112	-0.026	-0.001	-0.096	-0.075
		p-value	0.175	0.757	0.992	0.245	0.366
	BM-OI	partial correlation coefficient	-0.262	-0.286	-0.369	0.024	-0.342
		p-value	0.001	<0.001	<0.001	0.772	<0.001
	BCE	partial correlation coefficient	-0.201	-0.263	-0.353	0.066	-0.295
		p-value	0.014	0.001	<0.001	0.426	<0.001

Nobusako S, Hashizoe K and Nakai A (2025). Developmental changes in independent bimanual coordination: evidence from the circles–lines coupling task in children aged 5–13 years. Front. Hum. Neurosci. 19:1620941.

デュアルタスク（二重課題）トレーニング

n-バック指折り数え課題



みなさんもやってみてください^^
こうすることで、右手と左手に同時に注意を払わなければならない。

抑制機能

不要なものは抑制（我慢）して，大事なものに注意を向ける

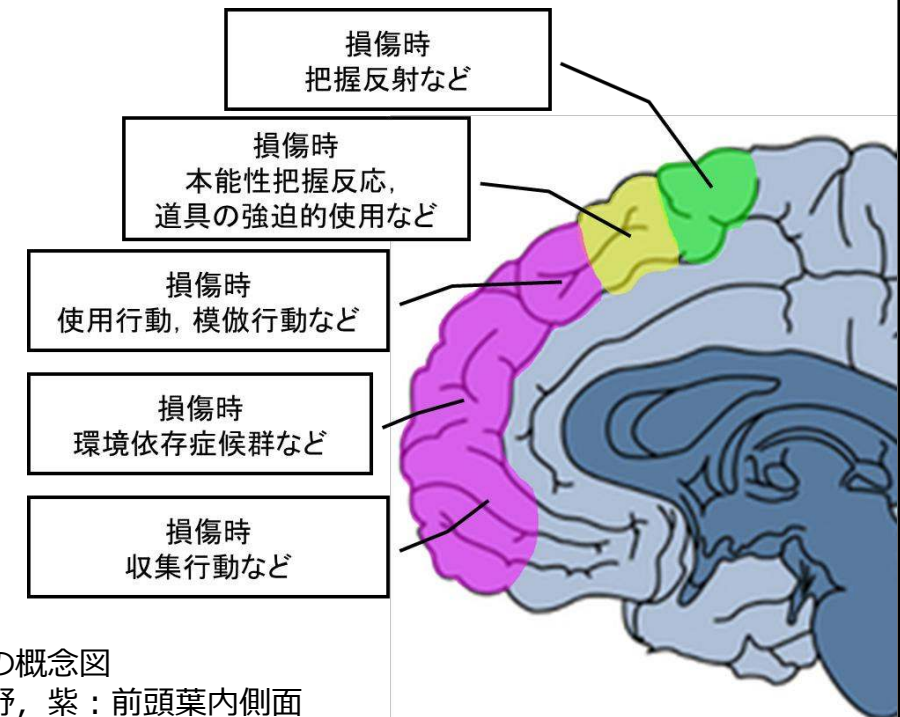
例：内側前頭前野を損傷した場合の抑制障害

前頭前野の中でも内側面は，様々な抑制機能を持っています
そのため，損傷すると，様々な抑制障害が生じます

例：

- ◆ 把握反射：握りたくないのに握ってしまう
- ◆ 道具の強迫的使用：使いたくないのに使ってしまう
- ◆ 模倣行動：真似したくないのに，真似してしまう
- ◆ 環境依存症候群：入りたくないのに，トイレに入ってしまう
- ◆ 収集行動：集めたくないのに集めてしまう

などなど・・・



前頭葉内側面と損傷時の抑制障害の概念図

緑：補足運動野，黄：前補足運動野，紫：前頭葉内側面

前頭葉内側面は後方から前方に向かって，単純な運動からより複雑な行為の抑制機能を有しており，病巣が前方に位置するほど，複雑な抑制障害が出現する。

ちよい待ちトレーニング

例えば、児がゲームをしてもいいか？と聞いてきたら、「してもいいが、1分待ってから」と言って、1分間我慢してからするというものである。
これはいろんな活動に伴わせることが可能である。

例：

児「テレビ見てもよい？」⇒大人「時計の針が〇〇のところにきたら」「30秒待ったら」

児「お菓子食べてもよい？」⇒大人「時計の針が〇〇のところにきたら」「5分待ったら」
待つ（我慢する）時間は、児になんとか我慢できる常識範囲内で設定するべきで、5秒でも10秒でも構わない。



後出し負けじゃんけん遊び

後出し負けじゃんけん遊び

「じゃんけんポン」⇒「ポン」のリズムで行う。

相手が「じゃんけんポン」といって、グーを出したのに対して、自分は次の「ポン」でチョキを出したら勝ちとする遊びである。

後出し負けじゃんけんであるため、後出しで負けたら勝ちとなる。

じゃんけん,
ポン!!

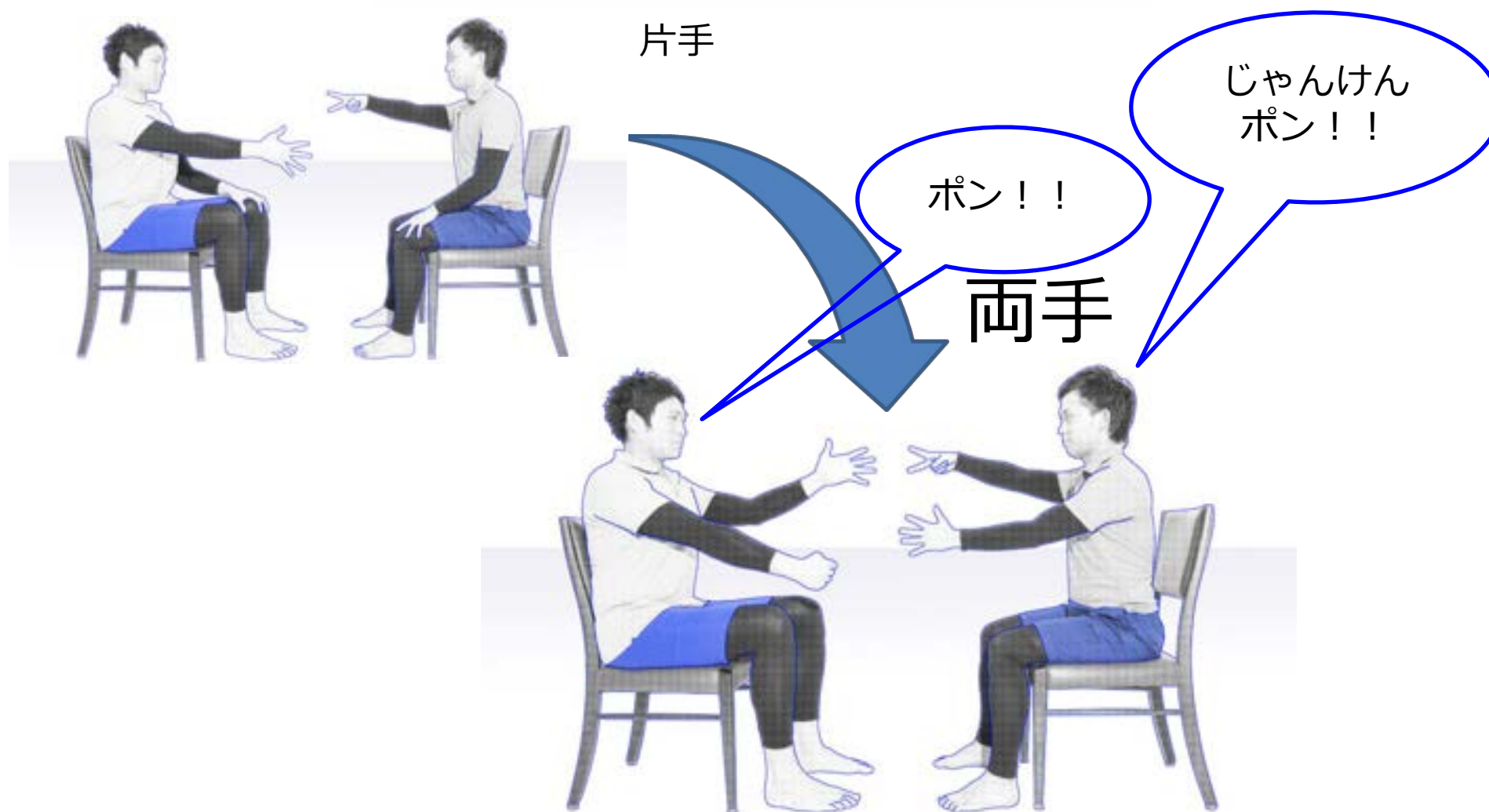


ポン!!



勝ち!! 負け(涙)

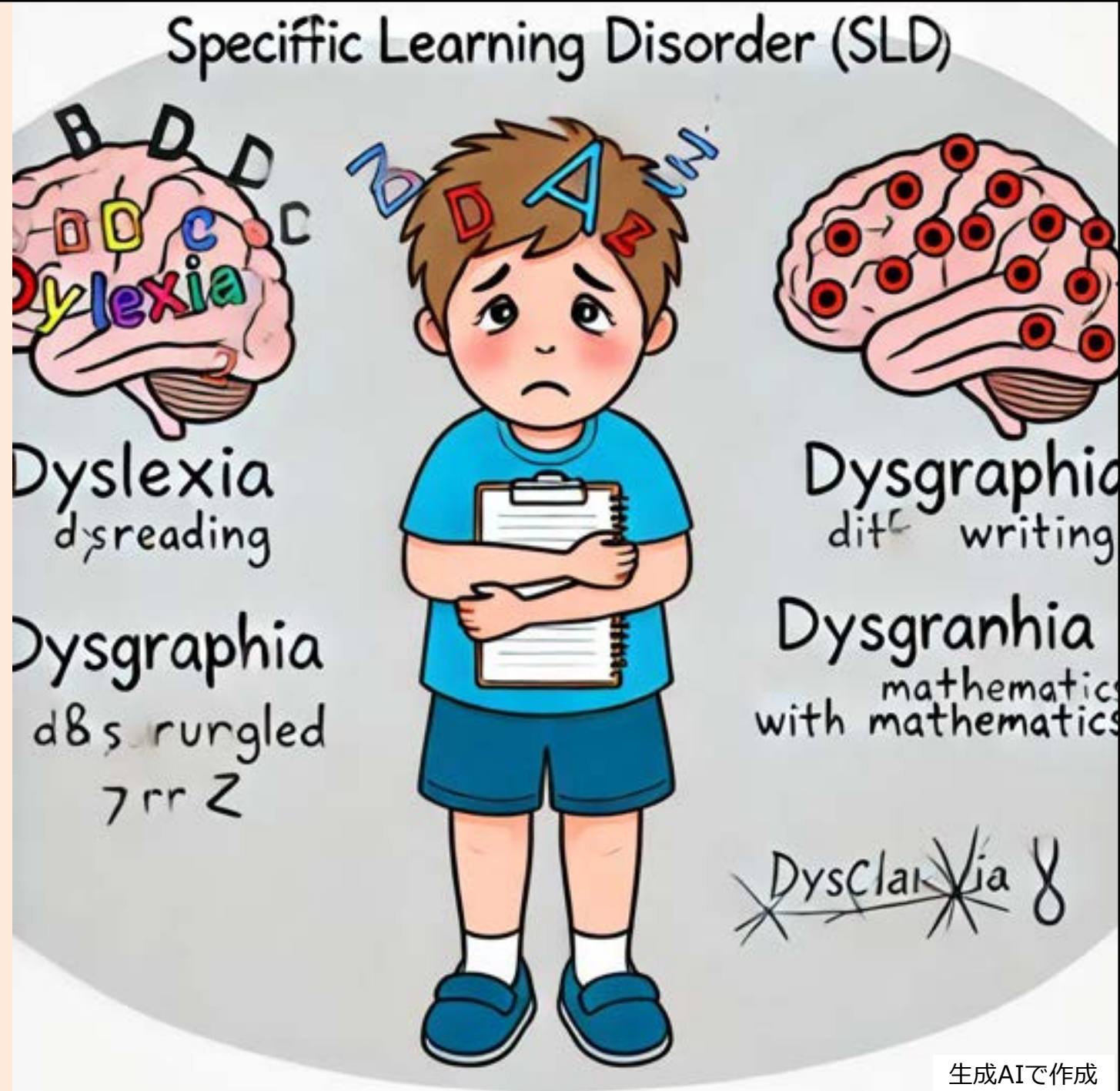
後出し負けじゃんけん遊び



このようなトレーニング・遊びをすることで、何か感覚が入ってきたものに対して、性急に反応してしまい、多動・過剰反応・落ち着きがない行動・衝動性を、抑える力を育てる

限局性学習症

Specific
Learning
Disorder:
SLD





限局性学習症(Specific Learning Disorder: SLD)

診断基準

※正確な診断基準は成書にしたがってください

□ DSM-5-TR（アメリカ精神医学会/精神障害の診断と統計マニュアル第5版-テキストリヴィジョン）

項目	内容
A	学習や学業的技能の使用に困難があり、その困難を対象とした介入が提供されているにもかかわらず、以下の症状の少なくとも1つが存在し、少なくとも6ヶ月間持続していることで明らかになる: 1. 不正確または速度が遅く、努力を要する読字（詳細省略） 2. 読んでいるものの意味を理解することの困難さ（詳細省略） 3. 綴字の困難さ（詳細省略） 4. 書字表出の困難さ（詳細省略） 5. 数字の概念、数値、または計算を習得することの困難さ（詳細省略） 6. 数学的推論の困難さ（詳細省略）
B	欠陥のある学業的技能は、その人の暦年齢に期待されるよりも、著明にかつ定量的に低く、学業または職業遂行能力、または日常生活活動に意味のある障害を引き起こしており、個別施行の標準化された到達尺度および総合的な臨床評価で確認されている（詳細省略）
C	学習困難は学齢期に始まるが、欠陥のある学業的技能に対する要求がその人の限られた能力を超えるまでは完全には明らかにはならないかもしれない（詳細省略）
D	学習困難は知的能力障害群、非矯正視力または聴力、他の精神または神経学的病態、心理社会的逆境、学校教育の用語の習熟度不足、または不適切な教育的指導によってはうまく説明されない（詳細省略）

IQの低下（70未満）がないにも関わらず

American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5-TR. Washington DC, American Psychiatric Publishing, 2022

□ 疫学

小児の有病率は5～15%とされる。読字障害が生じやすい言語：英語（英，米），仏語。
男女比はおおよそ2対1～3対1（男性に多い）

American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5-TR. Washington DC, American Psychiatric Publishing, 2022

ディスレクシア（Dyslexia）：読字障害

ディスレクシアとは、ギリシャ語で「読むのが困難」という意味
読字障害（ディスレクシア）は学習障害と診断された人の中で最も多く見られる症状
欧米では約10～20%の人にディスレクシアがあるとされている

例

- 文字が波打つ、躍る、動く、ねじれる、重なる、ぼやけるなどして見える
- 形態の似た字である「わ」と「ね」、「シ」と「ツ」などを理解／区別できない
- 小さい文字「っ」「ゃ」「ょ」を認識できない
- 文章を読んでいると、どこを読んでいるのかわからなくなる
- 飛ばし読み、適当読みをするなど文章をスムーズに読めず、読み方に特徴がある
- 音声にするなど耳からの情報は理解しやすい場合が多い

"I have dyslexia" was extremely hard for me to say to anyone. It was like saying "I am stupid." I didn't believe that I am stupid. I didn't know if the person I was telling understood what it means to have dyslexia. I once told a close friend and her response was "I didn't know you weren't normal."



書いています。は子写んでクラス出して下さい。あなたの
し、れとも、なつて、いいう、た、た、の、で、だ、そ、く、思、め、み、が、る、に、せ、
しょうか。

昔々、ある所におじいさんとおばあさんが住んでいました。
おじいさんは山へ芝刈りに、おばあさんは川へ洗濯に行
きました。おばあさんが川で洗濯をしていると、ドンブラコ
ドンブラコと、大きな桃が流れてきました。

昔々、ある所におじいさんとおばあさんが住んでいました。

昔々、ある所におじいさんとおばあさんが住んでいました。

坂 → 土反

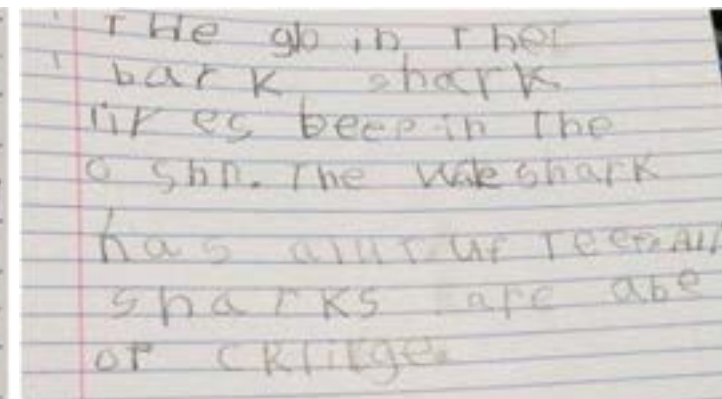
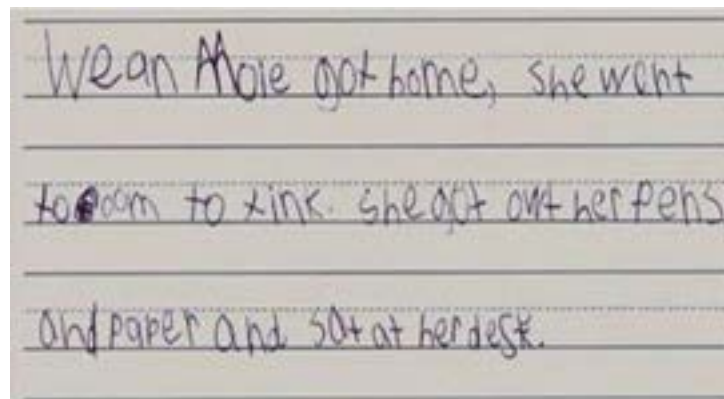
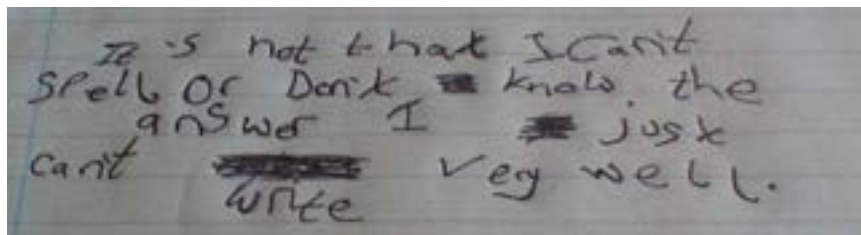
ディスグラフィア (Dysgraphia) : 書字障害

「文字が書けない」「書いてある文字を写せない」などの書く能力に困難がある学習障害

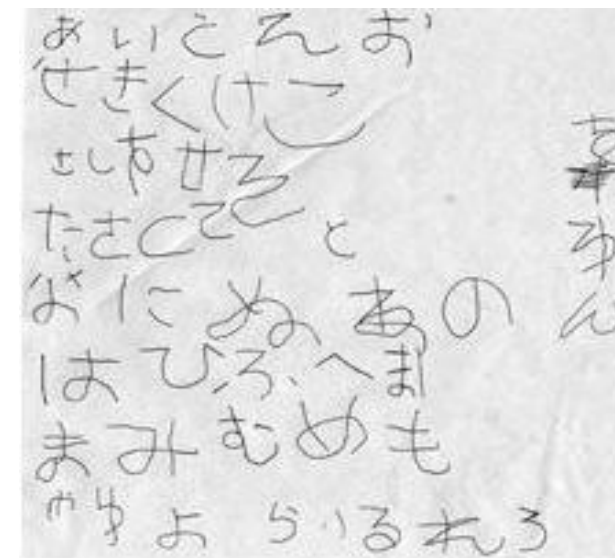
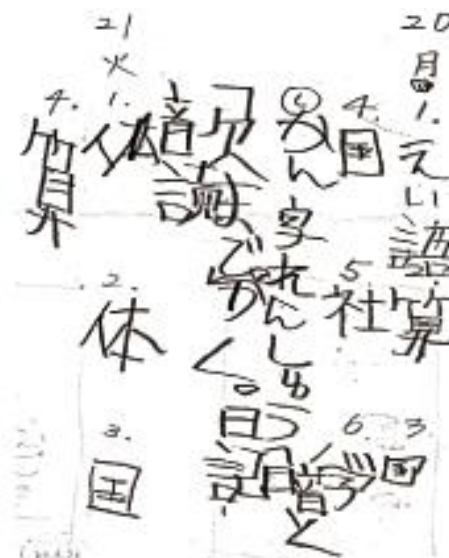
ディスレクシアと併存する場合もあれば、独立しても生じる

例

- 鏡文字を書く
- 雰囲気で、「勝手文字」（新造文字）を書く
- 誤字脱字や書き順の間違いが多い
- 黒板やプリントの字が書き写せない、時間がかかる
- 漢字が苦手で、覚えられない
- 文字の形や大きさがバラバラになったり、マス目からはみ出したりする



Kunhoth J, Al-Maadeed S, Kunhoth S, Akbari Y, Saleh M. Automated systems for diagnosis of dysgraphia in children: a survey and novel framework. International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR) April 2024. doi:10.1007/s10032-024-00464-z



ディスカリキュリア (Dyscalculia) : 算数障害



<https://ldaillinois.org/dyscalculia/>



<https://leighbrainandspine.com/brain-based-conditions/dyscalculia-treatment/>

数字や数式の扱いや、考えて答えにたどり着く推論が苦手な学習障害

数字に関する能力にのみ障害がある人が多いため、算数の学習を始めて（小学1年生）から発見される場合がほとんどである
ディスレクシアやディスグラフィアと併発する場合もあるし、単独でも生じ得る

例

- 数概念の障害（基数性・序数性の理解困難）
- 数の大-小, 順序性が分からない
- 規則性, 推論が必要な図形の領域を認識するのが困難.
- 簡単な数字, 記号を理解しにくい
- 繰り上げ, 繰り下げができない
- 算数/数学における文章問題が苦手, 理解できない.
- 図形やグラフが苦手, 理解できない



ディスレクシア_読字障害の病態

- 音韻処理障害仮説 (Phonological Deficit Hypothesis)
- 視覚的処理障害仮説 (Visual Deficit Hypothesis)
- 小脳仮説 (Cerebellar Deficit Hypothesis)
- 時間処理障害仮説 (Temporal Processing Deficit Hypothesis)
- 多重欠陥仮説 (Multiple Deficit Hypothesis)



音韻処理障害 = 音韻意識の障害

音韻意識（Phonological Awareness）とは何か？

音韻意識とは、言語を構成する音（音韻）を意識的に認識し、それらを操作できる能力。言葉を音素という最小単位に分解したり、音を組み合わせたり、言葉のリズムや韻を理解する能力を含む。音韻意識は、言語学習や特に読字において極めて重要な役割を果たし、**子どもが文字と音を結びつける基盤**となる。

音韻意識は下記スキルで構成されている

- 音素認識：言葉を個々の音素（例：“cat”の中の「k」「a」「t」）に分解する能力。
- 音韻操作：音素を入れ替えたり、追加したり、削除したりする能力。例：“cat”の最初の音「k」を「h」に変えると“hat”になることを理解する能力。
- 韻の認識：言葉が同じ韻を持っているかどうか（例：“hat”と“cat”は韻を踏む）を理解する能力。
- 音節分解：言葉を音節に分割する能力。例：“banana”は「ba-na-na」と3つの音節に分けられる。

音韻処理障害 = 音韻意識の障害

ディスレクシアでは音韻処理障害のため、文字を音素に変換する過程がうまくできないため、文字を音として結びつけたり、単語を正しく読むことが困難になる。



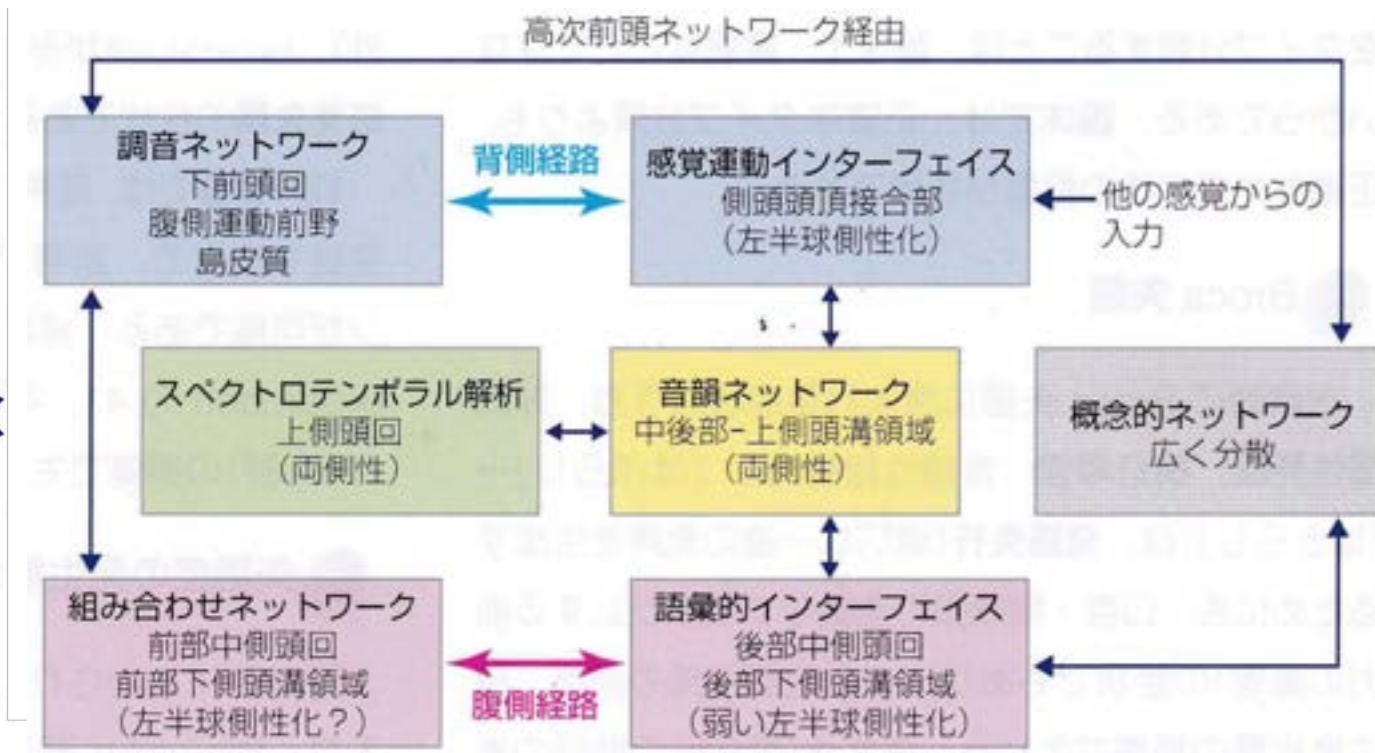
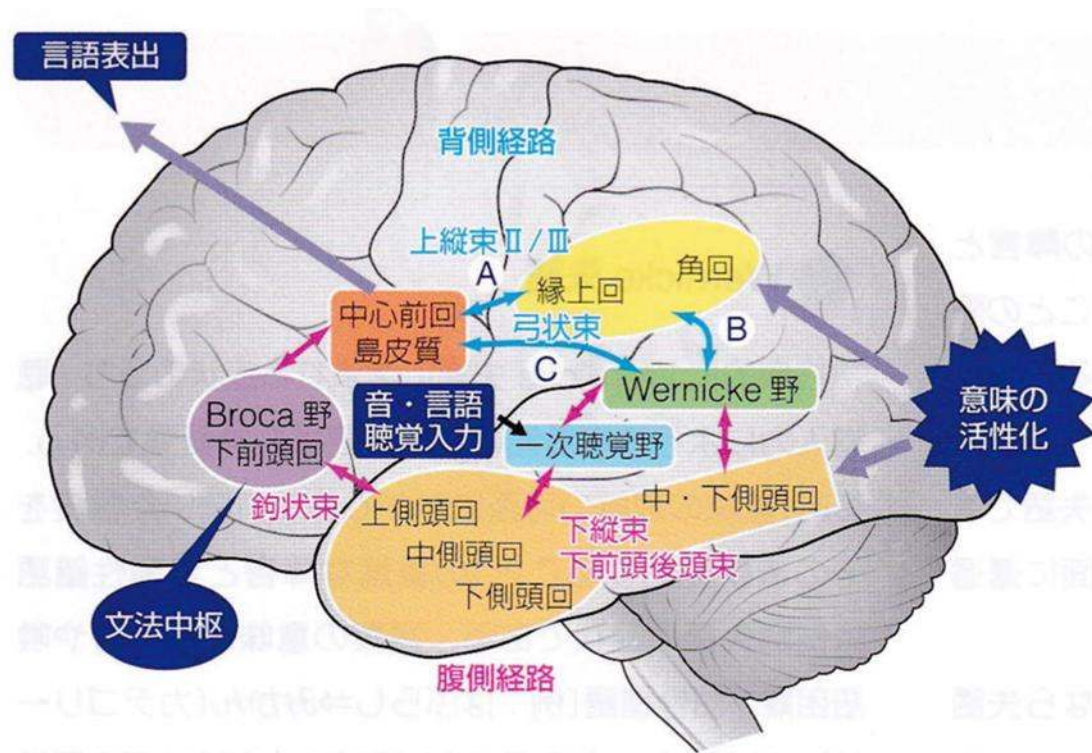
ディスレクシアにおける音韻処理障害

- ❑ 音素認識困難：例：「cat」を「k」「a」「t」という音素に分解して認識できない⇒これにより音素を文字に結びつける作業が難しくなり、文字を読む際に混乱が生じる。例：「bat」と「cat」の違いがわからない⇒どちらも同じように聞こえてしまうため、間違えて読んだり、書いたりすることが多くなる。
- ❑ 音韻操作困難：例：通常「rat」から「r」を取り除くと「at」になることがわかるが、音韻意識に問題があると音の操作が難しいためこの変化に気づけない。例：「cat」の最初の音を取り除いて「at」にするという作業を頼まれても、どの音を取り除けば良いかがわからない。また同じように新しい音を追加して新しい単語を作るのも困難。
- ❑ 韻の理解困難：例：「hat」と「cat」のような単語を聞いたとき、それらが同じ韻を持っていることに気づかない。このため言葉のリズムや韻を意識する活動、例えば歌や詩を覚えるのが難しくなる。例：「hat」「bat」「rat」といった韻を踏む単語を識別できず、同じように聞こえたり、違いがわからなかったりする。
- ❑ 音節分解困難：例：通常「banana」という単語を「ba-na-na」と音節に分けることができるが、音韻意識に問題があると、音節に分解することが難しく、言葉の音のパターンが正確に理解できなくなる。例：複数音節の単語を一つの音として捉え、正確に発音できない。長い単語を読むときに特に困難が生じる。

読字困難の現れ

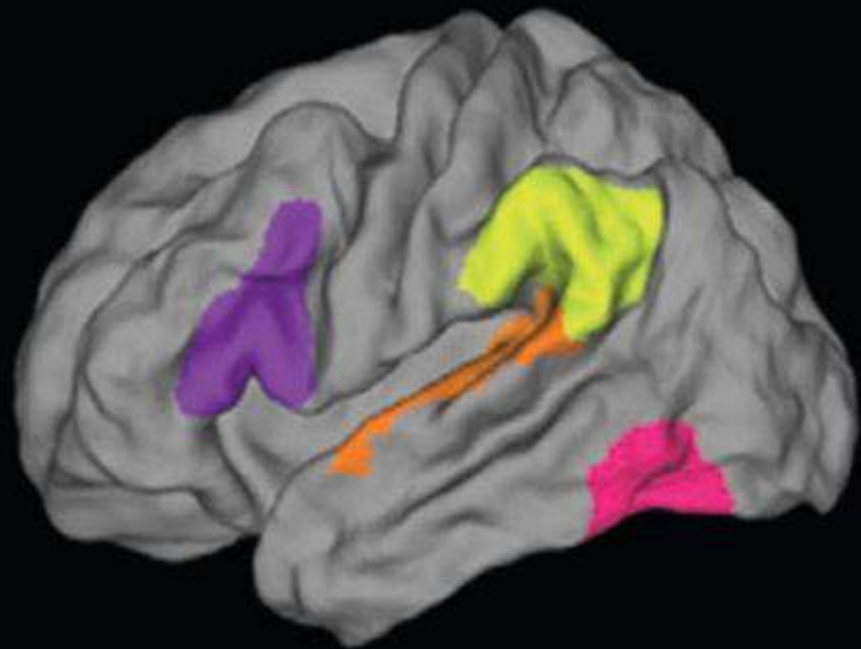
- 新しい単語を読むのが難しい：音韻処理が弱いため、新しい単語や見慣れない単語を音素に分解して読むことが困難。
- スペルの誤りが増える：音韻意識が弱いため、単語を正しく綴るのが困難。例：“cat”を“kat”や“tac”と綴る可能性がある。
- リーディングスピードが遅い：音素を正確に捉えることが難しいため、読みの速度が遅くなり、結果として読解力にも影響が出る。

言語（言葉）の脳内ネットワーク



言語の背側経路：言語の音韻処理経路であり，言語聴覚情報から発話への変換に関わる
 言語の腹側経路：言語の意味処理経路であり，言語聴覚情報に対する意味理解に関わる

ディスレクシアに関わる脳領域と神経束



下前頭回

■ Inferior frontal cortex

上側頭皮質

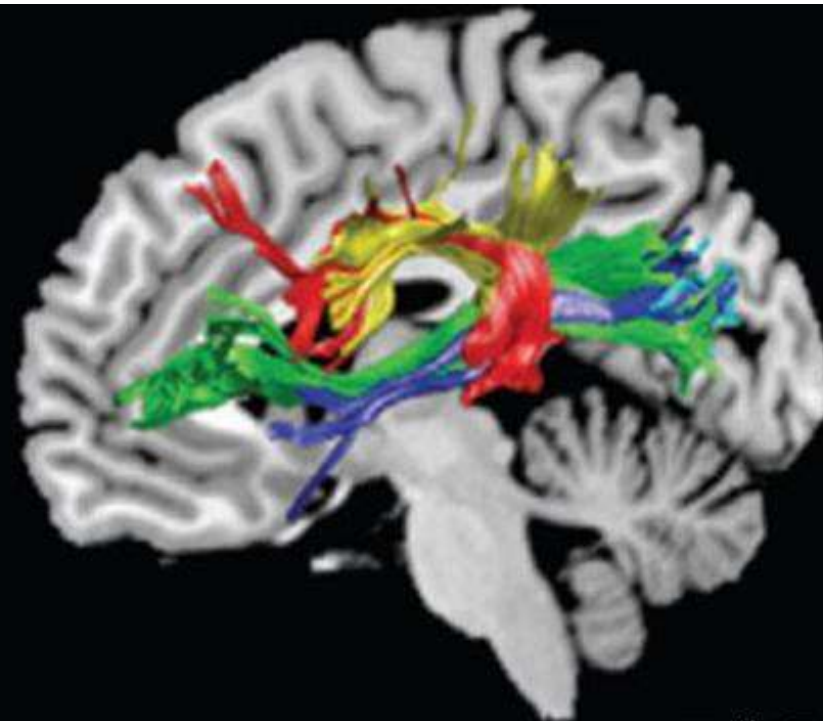
■ Superior temporal cortex

■ Temporo-parietal cortex

■ Occipito-temporal cortex

下頭頂小葉
(側頭-頭頂接合部)

下側頭皮質



弓状束

■ Arcuate fasciculus

■ Superior longitudinal fasciculus

上縦束

下前頭-後頭束

■ Inferior frontal occipital fasciculus

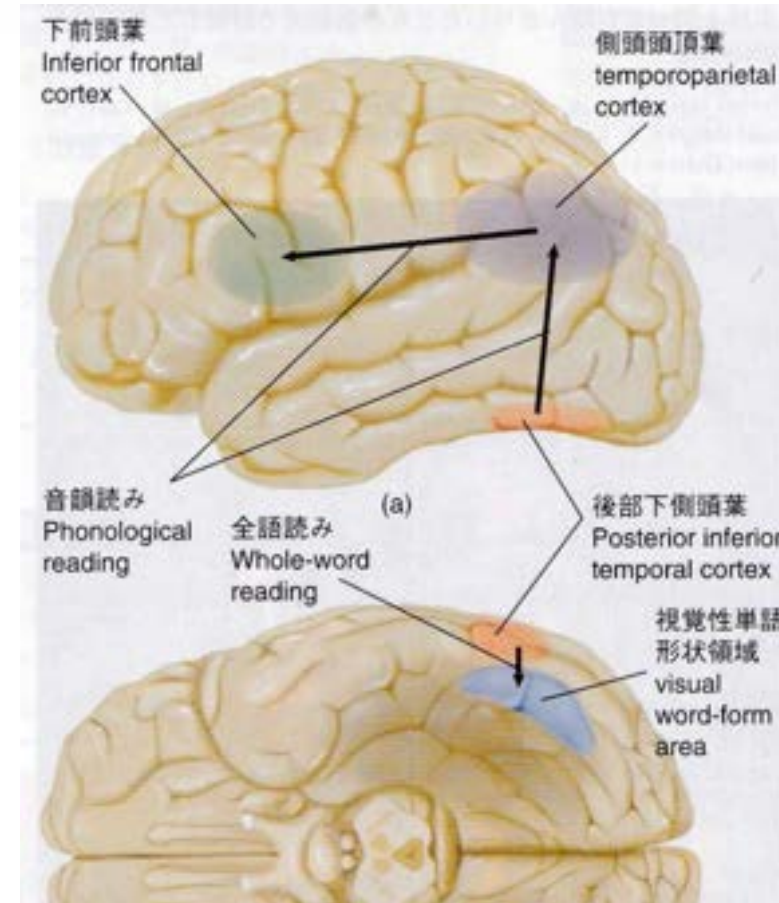
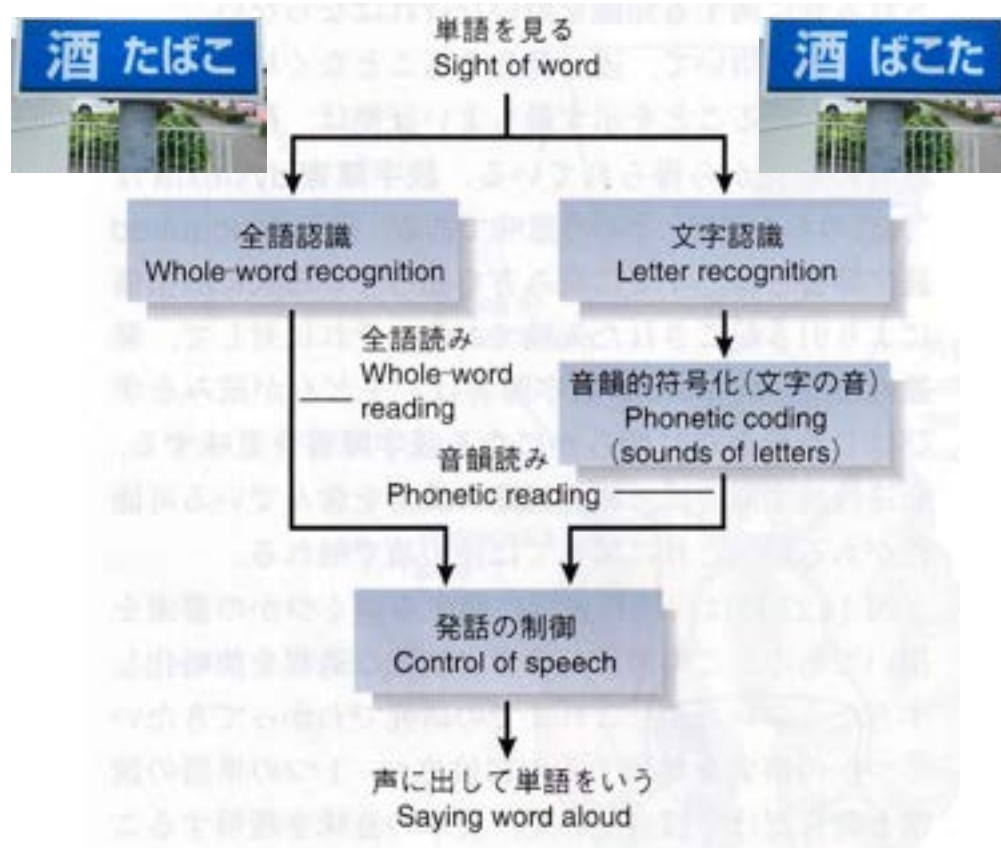
■ Inferior longitudinal fasciculus

下縦束

左図は、ディスレクシア（読字障害）を持つ人の脳において機能不全がある領域

右図は、ディスレクシア（読字障害）を持つ人の脳において機能的接続が低下している神経線維（神経束）

2つの読字過程と読字経路



視覚的単語形状領域 (VWFA)

VWFA :
文字の視覚情報処理に特化した領域

Neil R. Carlson. 第3版カールソン神経科学テキスト脳と行動.丸善, pp522-523, 2010.

音韻読み（浅い正字法）：単語を一つ一つの音素（音の単位）に分解しそれを対応する文字に結びつけて読むプロセスで、音と文字の対応が規則的な言語圏（イタリア語、スペイン語、フィンランド語、チェコ語、日本語）で使用⇒障害頻度が低い

全語読み（深い正字法）：単語全体を視覚的に認識して意味を把握するプロセスで、音と文字の対応が不規則で単語の綴りと発音が一致しないことが多い言語圏（英語（イギリス、アメリカ）、フランス語）で依存⇒障害頻度が高い

ディスレクシアにおける脳活動

定型発達児

ディスレクシア (ディスレクシア+ディスグラフィア)

ISD (ディスグラフィアのみ)

文字を見る課題

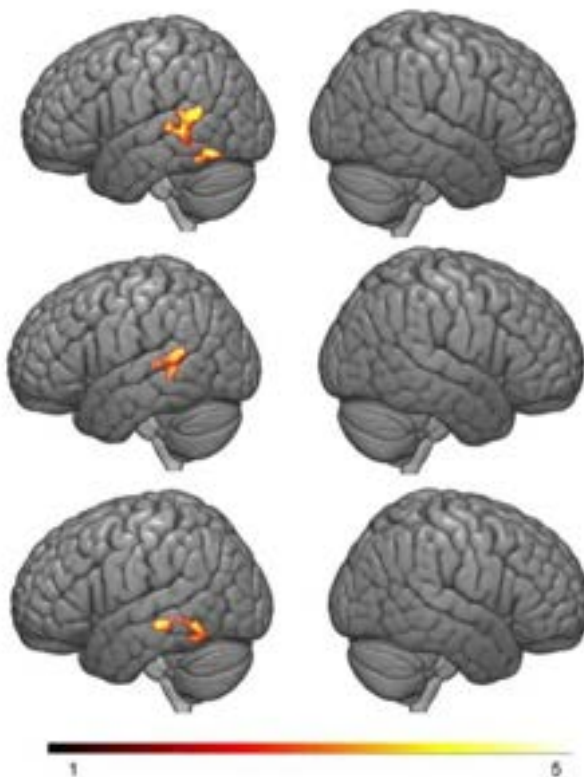
文字を文字として視認できないように加工した文字を見る課題
(コントロール課題)

WHOLE BRAIN ACTIVATIONS: GROUPS DIFFERENCES

CONTROLS > DYSLEXIA
L STG/MTG, L VOT

CONTROLS > ISD
L STG/MTG

ISD > DYSLEXIA
L VOT



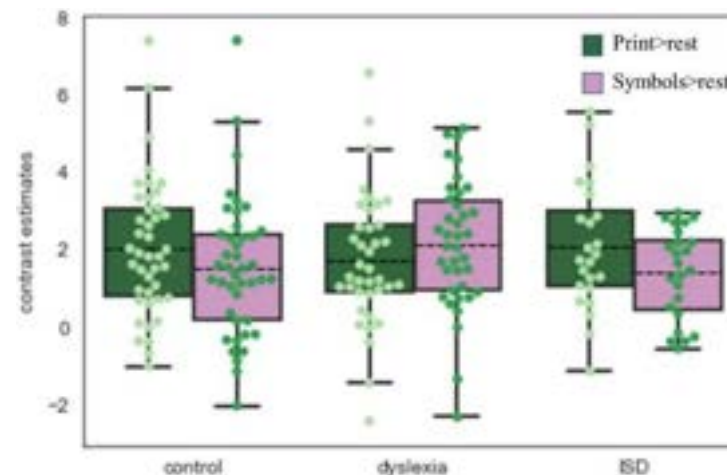
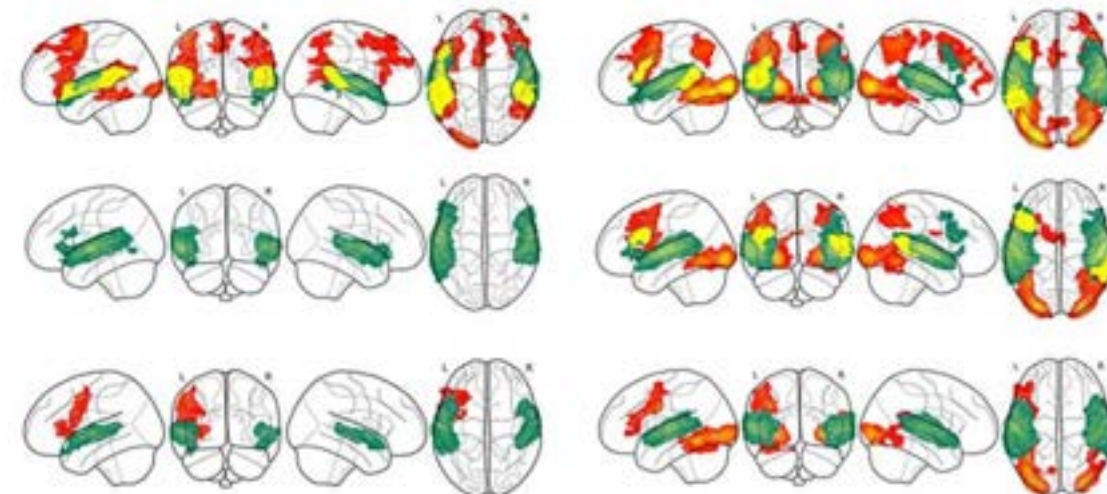
PRINT/SPEECH > CONTROL CONDITIONS

PRINT/SPEECH > REST

CONTROL

DYSLEXIA

ISD



視覚性単語形状領域 (VWFA)
文字ではない時に活性化が強い

ディスグラフィア_書字障害の病態

①ディスレクシア併存タイプ

音韻性書字≡音韻読み：単語を一つ一つの音素（音の単位）に分解しそれに対応する文字に結びつけて読み書きするプロセス

⇒音韻性書字障害：主にIFG・vPM・Ins↓

⇒日本語ではカナ文字の書字障害

正書法書字≡全語読み：単語全体を視覚的に認識して書くプロセス

⇒正書法書字障害：主に後下後頭-側頭接合部（VWFAを含む）↓

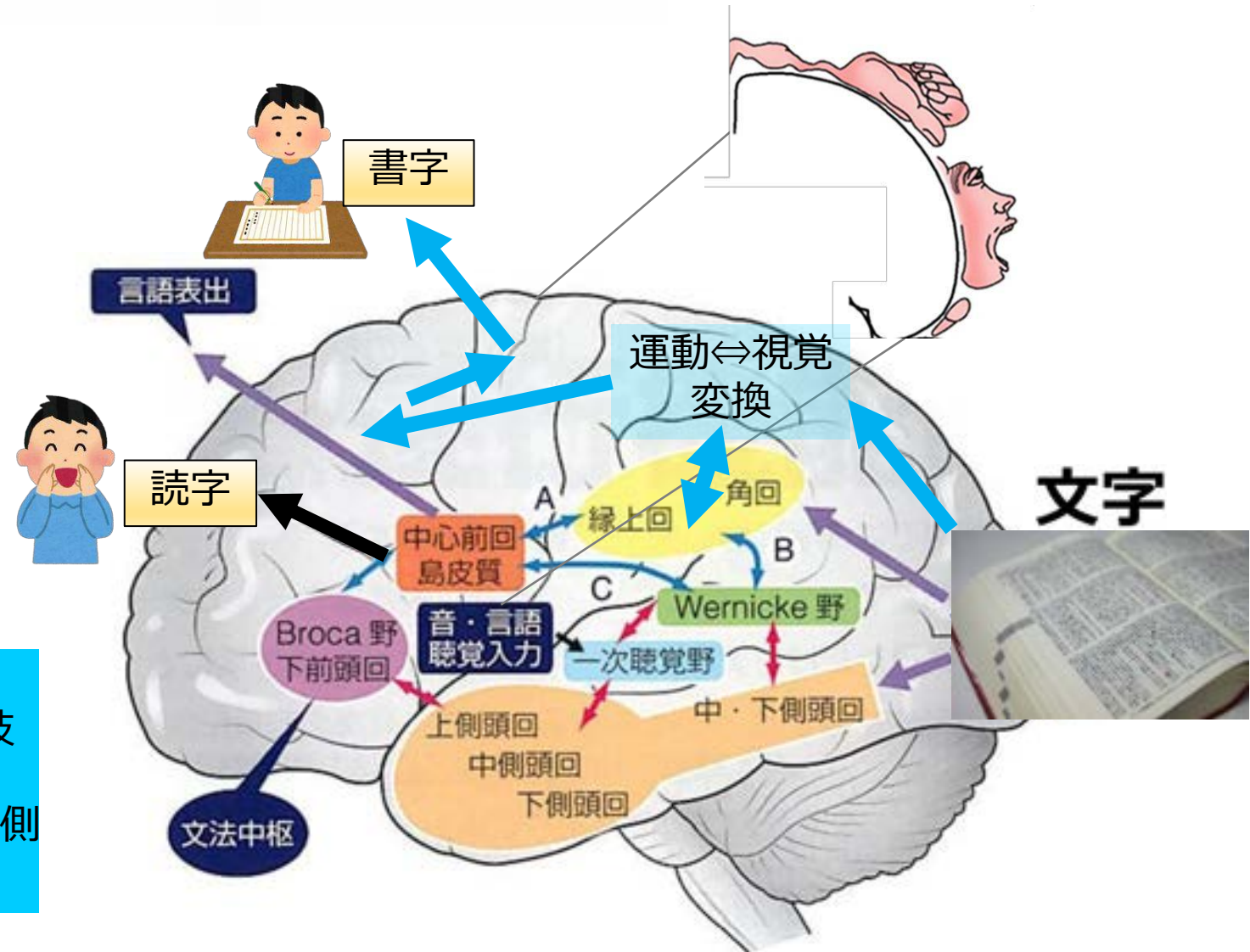
⇒日本語では漢字の書字障害

②視覚-運動協調障害_微細運動障害タイプ

（DCD併存）：絵画など書字以外の微細運動技能にも低下，≡DCD併存タイプ。

読字ネットワークは保たれているものの，背側-背側経路，dPM・dM1↓

③ワーキングメモリ障害タイプ





ディスカリキュリア算数障害の病態_脳の数ネットワーク

1. 頭頂葉（特に頭頂間溝）

数の表象や数量比較に関わり数処理の全般に関与。特に数の大きさに関する認知を司り、数感覚（数覚）の中核として機能

2. 背外側前頭前野（DLPFC）

実行機能や注意制御に関わる領域で、特に困難な数・算数・数学タスクを解決する際に強く活性化。数の象徴的（シンボル）表現の処理（例：数字「5」を見たときに、それが「5」というシンボルであることを認識し、その数量を思い浮かべること、視覚的に見た数のシンボルを実際の数量（5つの物体）と結びつけて理解するという数とのリンクが行え、数字の大きさや数量感を持つことができること、さらに数字を使って、加算や減算、掛け算などの計算を実行できること。シンボルとしての数字を正しく操作し、数量を比較し、結果を出せること）

3. 海馬

主に記憶の形成と保持に関連する領域であるが、数のシンボル処理にも関与している

4. 前帯状皮質（ACC）

実行機能、注意制御、意思決定、感情調整など広範な役割を担い、特に困難な数・算数・数学タスクにおいて活性化

5. 後側頭皮質, fusiform gyrus

「数形状領域（number form area）」があり、数のシンボル（アラビア数字など）に特化した視覚情報処理を担う

脳の数ネットワーク

2. 背外側前頭前野 (DLPFC)

困難な数・算数・数学タスクの解決.
数の象徴的 (シンボル) 表現の処理.

1. 頭頂葉 (特に頭頂間溝)

数の表象や数量比較に関わる数感覚 (数覚) の中核

4. 前帯状皮質 (ACC)

困難な数・算数・数学タスクの解決

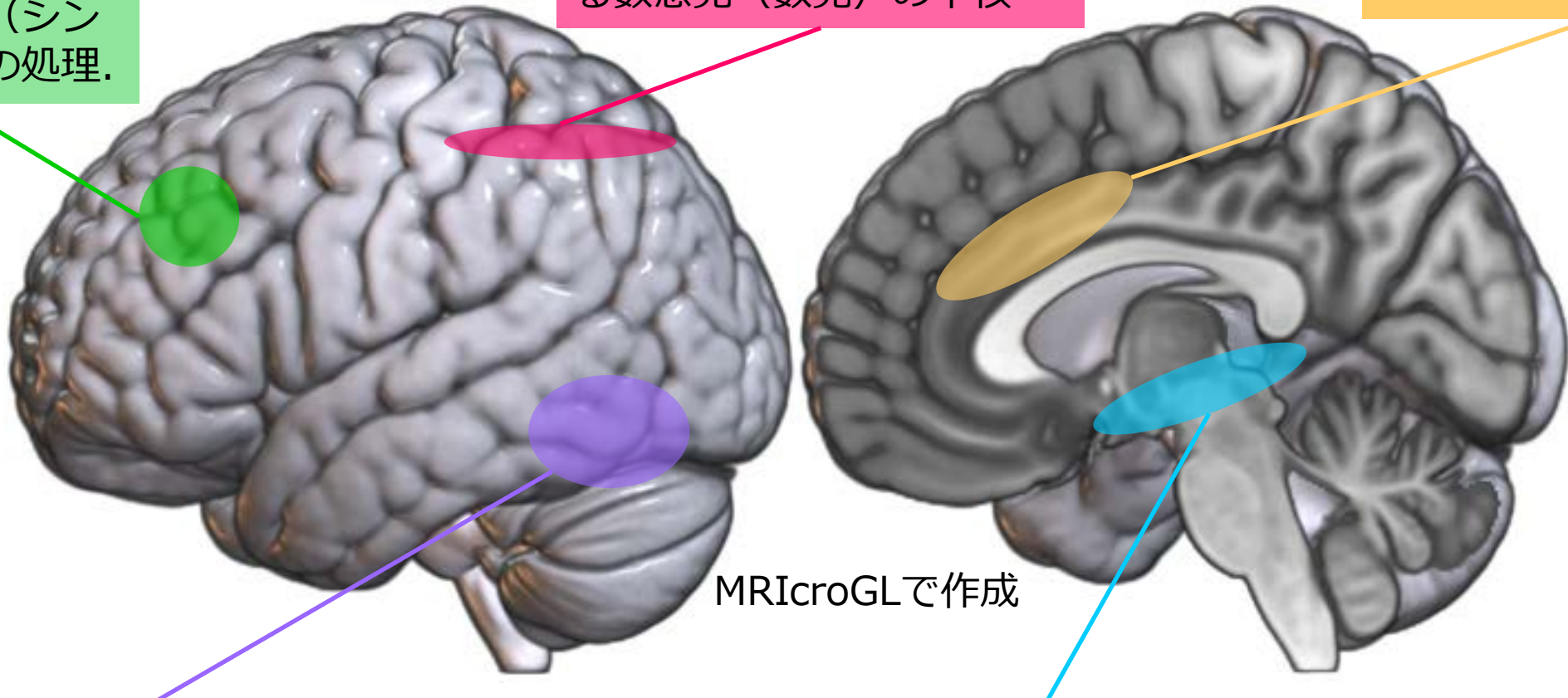
MRicroGLで作成

5. 後側頭皮質 紡錘状回 数形状領域

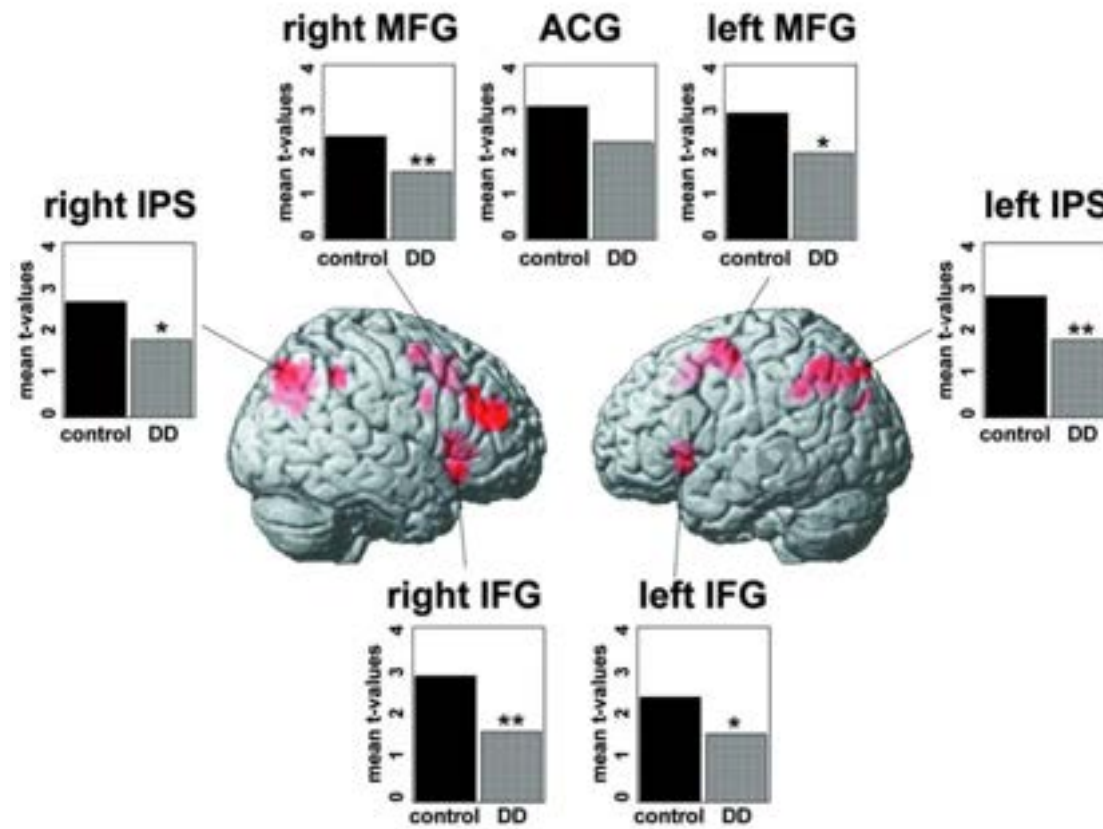
数字に特化した視覚情報処理

3. 海馬

数の象徴的 (シンボル) 処理



ディスカリキュリアにみられる脳内数ネットワークの非定型活動



頭頂間溝だけでなく、
背外側前頭前野、下前頭回の活動低下

Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E., and von Aster, M. (2006). Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study. *Behav. Brain Funct.* 2, 1–17.

前頭前野、海馬、前部帯状回は、頭頂葉（頭頂間溝）の機能低下を代償するために数タスクにおいて過活動を起こすことを示したいくつかの先行研究も存在する

ディスカリキュリア (Dyscalculia) の病態について

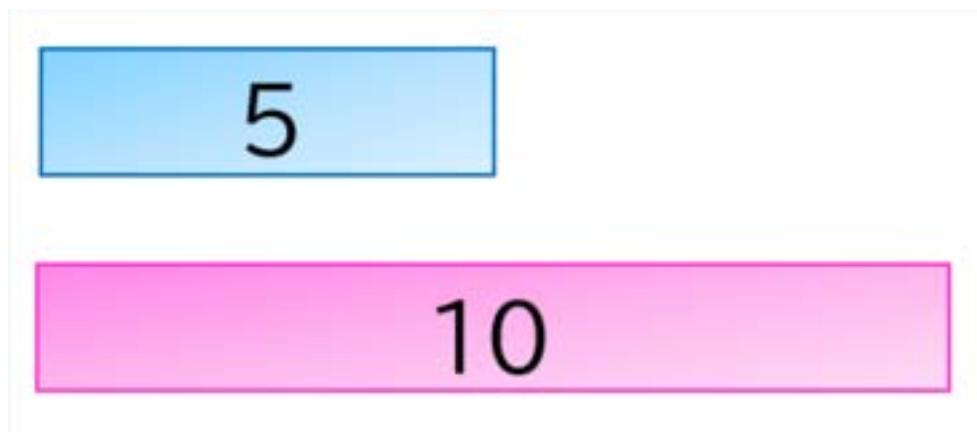
「数処理（対象-数詞-数字の3項関係）」 「数概念」 「計算」 「数的推論」

数概念

序数性：数の順序概念

○ ○ △ ○ ○ 三角は左から何番目？ 3番目。

基数性：数の量的概念

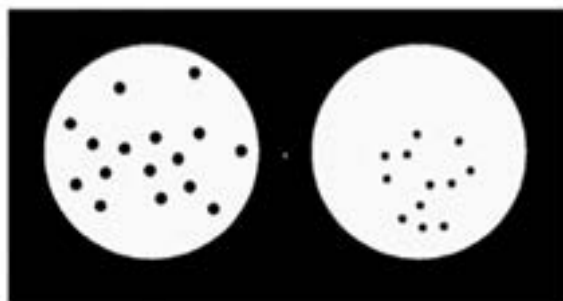


ディスカリキュリアにおける生得的数覚の低下

ヒトが発達早期（出生日～乳幼児期）から有していることが分かっている算数の習得に関わる生得的能力
= 生得的数覚：量の瞬時弁別能力，数の瞬時把握（サビタイジング）

量の弁別能力

Which contains more dots?



数の瞬時把握（サビタイジング）

How many dots?

