

脳画像の進歩が精神科臨床に与えるインパクト

高橋 英彦

本稿では、脳画像の進歩が精神科臨床に与えるインパクトの中でも、治療という出口に近い所への影響について述べることにする。人間を対象にした *in vivo* 非侵襲的脳イメージング (fMRI/PET) の進歩により、脳深部の情報や神経伝達物質などの分子レベルの検証も可能となり、既存の治療法のメカニズムの理解や最適化に加え、新規治療法へ果たす役割も多い。また、脳画像の広まりとともに、医師や神経科学者以外の研究者との学際的研究も進み、情 (情動・感情) や意 (意志、意思決定、意識) を扱う脳画像研究も精力的に推進されている。著者が進めてきた脳画像 (fMRI や PET)、認知科学などの手法を利用して情や意を評価する研究に加え、情や意の障害に介入する研究の一部を紹介する。

<索引用語：脳画像、情動、意思決定、治療>

はじめに

私が本特集で与えられたテーマは「脳画像の進歩が精神科臨床に与えるインパクト」ということである。ここでいう脳画像は人間を対象にした *in vivo* 非侵襲的脳イメージングということで、特に MRI と PET に限らせていただきたい。また、精神科臨床に与えるインパクトということであるが、脳画像研究の進歩が影響を及ぼし得る領域としては、大きく分けると病態理解、診断、治療 (効果判定や副作用の予測も含む) ということになる。病態を理解して、その知見から診断マーカーや治療法を開発していくのが王道であろうが、精神疾患はもちろん、身体疾患でも必ずしも病態が解明されていないまでも、有効な治療法は存在する。また、動物実験や *in vitro* の研究なくして、人間を対象にした *in vivo* 非侵襲的脳イメージングのみで細かい病態のメカニズムが理解できるわけでもない。脳画像はそういった限界がある一方で、直接、人間を対象にすることができる点で、出口である治療という領域に与える影響が少なく

ないと考える。私達も病態理解、診断、治療と様々な目的で脳画像を利用してきたが、本稿では治療へのインパクトという面に焦点をあて、私達の最近の研究を中心に紹介したい。

I. 既存の治療法の最適化、副作用防止へのインパクト

PET を用いることにより抗精神病薬の受容体への結合を *in vivo* で評価することが可能となる。標的とする受容体が薬物によって占有されると、その分だけ同じ受容体に結合する標識リガンドの結合が低下する。薬物が標的とする受容体にどの程度結合しているかは投与前後での標識リガンド結合能 (BP) の減少量 (占有率) によって評価できる。標的とする受容体が薬物によってどの程度占有されているかを示す占有率は、投与前後の結合の差分を投与前の結合で除した値に 100 を乗じて求めることができる。

$$\text{占有率 (\%)} = 100 \times (\text{無服薬時の BP} - \text{服薬時の BP}) / \text{無服薬時の BP}$$

1. 抗精神病作用と下垂体ドパミン D₂受容体占有率

抗精神病薬の脳内ドパミン D₂受容体占有率を測定することにより、抗精神病薬による錐体外路症状を予防し、抗幻覚妄想作用のみを引き出すための治療の窓（占有率がおよそ 60~70%）を想定することが可能となった。このことで、適切な抗精神病薬の用量設定に貢献してきたことはこれまで度々報告してきたのでここでは割愛し、高プロラクチン血症という副作用の予測にも役立つ例を紹介する。高プロラクチン血症により無月経、乳汁分泌などが引き起こされる。しかし、高プロラクチン血症は錐体外路症状と比べるとどちらかというとマイナーな副作用としてあまり注意を払われてこなかったように思われる。しかし、最近のスウェーデンからの論文で統合失調症やその親族は総じて、一般人口に比べて癌の発生率が低いことが例外があり、統合失調症と診断がつけられた後の女性患者の特に乳癌、子宮頸癌、子宮内膜癌は高い発生率であると報告されている⁶⁾。この論文の著者らは抗精神病薬による高プロラクチン血症が一因ではないかと結論付けている。私も、単科の精神科病院で長期入院している女性患者が乳癌で亡くなった例をいくつか経験している。長期間にわたって服用し続ける抗精神病薬においては高プロラクチン血症は決してマイナーな副作用ではないといえよう。このため、高プロラクチン血症を予測し、それを最小限にする用量設定、薬剤選択の戦略が必要となる。

抗精神病薬が下垂体のドパミン D₂受容体を阻害することにより、高プロラクチン血症が引き起こされる。そこで私達は抗精神病薬の下垂体のドパミン D₂受容体占有率を [¹¹C] FLB457 による PET にて評価し、プロラクチンの血中濃度との関係を検討した。対象は様々な抗精神病薬の単剤投与を受けている統合失調症患者およびスルピリドを単回投与された健常者である。その結果、下垂体の占有率と大脳皮質（側頭葉）の占有率には乖離があり、薬剤によらず大脳皮質の占有率が低い傾向にあった。例えば、スルピリドを 200 mg 服

用している場合、下垂体の占有率はほぼ 100%であるのに対して、大脳皮質は約 25%しかなかった。一方、オランザピンはその乖離の程度が低かった（図 1）¹⁾。この乖離は何によるものかという点、下垂体は脳血液関門の外にあるのに対して、大脳は脳血液関門の内である事実である。脳内に作用する薬物は脳血液関門を越えて行かなければならない。脳血液関門の透過性はいくつかの要因が既定因子となるが、その薬物の脂溶性が高いほど、脳血液関門を通過しやすい。スルピリドは脂溶性が低く、脳内に移行しにくく、主に脳血液関門の外の下垂体に結合する。一方、オランザピンは脂溶性が高く、脳内に移行しやすく脳血液関門の外と内での、占有率の乖離が小さい。さらに、抗精神病薬の種類によらず、下垂体の占有率が高いほど、プロラクチンの血中濃度が高い関係が確認されたが、大脳皮質の占有率はプロラクチンの血中濃度を予測しなかった。当然、抗精神病薬の用量や薬剤の決定は様々な因子で決定されるが、少なくとも女性関連の癌のリスクを高めないという観点からは、下垂体と脳内のドパミン D₂受容体占有率の乖離が小さくなるような処方望ましいと考えられる。

2. Rise and fall of the “atypical” antipsychotics

2011 年の Br J Psychiatry に上記のような表題の editorial が掲載された⁷⁾。クロザピンを除いた“非定型”抗精神病薬が登場したときに、その非定型性に関して様々なことがいわれた。①ドーパミンだけでなくセロトニン系に作用する、②陰性症状にも効果が期待できる、③運動系の副作用が少ないなどである。しかし、現在、①や②は否定的で“非定型”性の意味するところは③に落ち着いてきている。しかし、その③も PET による占有率の観点から考えると古い抗精神病薬は用量設定が高く設定されていて、“非定型”抗精神病薬の用量設定が適切であったにすぎないという解釈も可能である。逆に“定型”抗精神病薬でも用量の設定が適切であれば、その“非定型”性を引き出すことが可能であると考えられる。このように今で

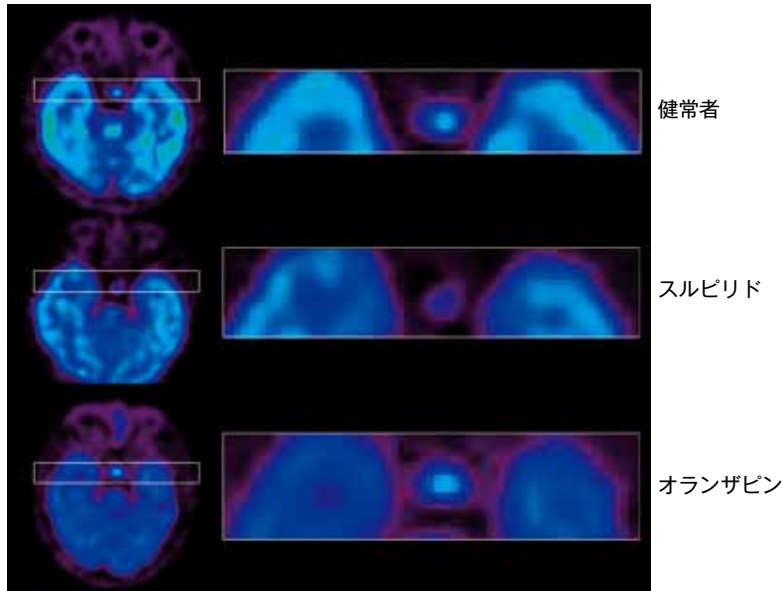


図1 抗精神病薬の下垂体と脳内（大脳皮質）ドパミン D_2 受容体への効果
健常者（未服薬）の $[^{11}\text{C}]$ FLB457 によるドパミン D_2 受容体結合能。下垂体（中央）と大脳皮質（側頭葉）に同程度の高い D_2 受容体結合能が観察される（上段）。スルピリド服用中の統合失調症患者の D_2 受容体結合能。健常者と比べると側頭葉も若干、 D_2 受容体結合能も低下しているが下垂体の低下が著しく、下垂体と脳内の乖離が大きい（中段）。オランザピン服用中の統合失調症患者の D_2 受容体結合能。健常者と比べて側頭葉、下垂体とも同程度に低下しており、乖離は小さい。

は“非定型”という言葉がナンセンスとなり、第二世代あるいは新世代と呼ぶのが一般的である。また、同誌の2012年のRCT研究では第一世代と第二世代抗精神病薬を患者にランダムに割り付け、両者の間で錐体外路症状の発生頻度には明確な差がないと報告している。むしろ、一部の第二世代抗精神病薬は命を脅かす代謝系の副作用があり、第一世代を適切に使うことも時には必要であるが、若い精神科医は第一世代抗精神病薬の使用経験が少なく、臨床教育の課題であるとしている⁸⁾。

II. 既存の治療の効果判定やメカニズムの探索

前章で述べたように第二世代抗精神病薬が広く使用されるようになり、体重増加、血糖上昇に対する認識は、医療関係者だけでなく、患者やその家族の間でも高まっており、食事療法・運動療法

の関心や重要性は増している^{5,20)}。ここでのこれらの療法の主たる目的は生活習慣病予防ではあるが、精神科臨床やリハビリテーションにおいて運動療法や理学療法という広義の社会心理的介入として実施されてきた。社会心理的介入は精神疾患に対する何らかの治療的効果のエビデンスがしっかりあるものがある一方、十分なエビデンスがないものもある。そのため、メカニズムや効果判定が明確でないことから、治療にあたる医療者も患者への説明に困ったり、患者本人も半信半疑であったりすることが少なくない。今では画像を使って認知行動療法や認知リハビリテーションといった社会心理的介入のメカニズムや効果判定を検討する研究が増えてきて、このような介入も確かに脳に作用していることは周知の事実となっている。その結果、生物学的な治療、心理的な治療といった二律背反の考え方がすでにナンセンスと

なっており、画像研究の果たした役割は少くない。

1. 運動・スポーツによる介入の脳への効果の評価

私達も、運動やスポーツの治療的効果の脳内メカニズムを検討するため、次のような一連の研究を行った。まず、横断的研究として統合失調症患者がスポーツ（バスケットボール）関連動作を見ている最中の脳活動を fMRI で検討した。その結果、統合失調症患者では、biological motion や行動の意図の理解にかかわるとされる superior temporal sulcus (STS) の活動低下を認めた。それに加えて、患者では extrastriate body area (EBA) の活動も低下していた¹³⁾。元来、EBA は静的な体のパーツの刺激に選択的に反応する部位として報告された⁴⁾。しかし、その後、相手の意図を読み取るなどの機能にも関与しているのではという考えを示唆する報告も相次いでなされている。ミラーニューロンシステムの入り口に位置しているとも考えられる EBA の機能異常は、統合失調症の運動認知障害だけでなく、運動学習や他者の行動の理解といった機能の障害にもつながる可能性があると考えられる。

次に、縦断的研究として EBA の活動低下を認めた統合失調症患者 13 名を対象に運動プログラムの脳活動や精神症状への効果を検討した。運動プログラムは、精神科医、看護師、薬剤師、栄養士、理学療法士、作業療法士という多職種で構成され、月曜から土曜の週 6 回、1 日 1~2 時間で、3 ヶ月間実施された。運動としては、ストレッチ運動、有酸素運動、それからスポーツとしてバスケットボールが行われた。その間、薬物療法の処方の変更せず、一定とした。プログラムの前後で、体重、精神症状に加え、上記で示した自身が体験する（した）バスケットボールの動きに関する動画を見ている最中の脳活動を fMRI を用いて検討した。比較対照群は、プログラムに参加しない統合失調症患者 10 名として、3 ヶ月の間隔をおいて参加群と同じ指標を評価した。その結果、期待通

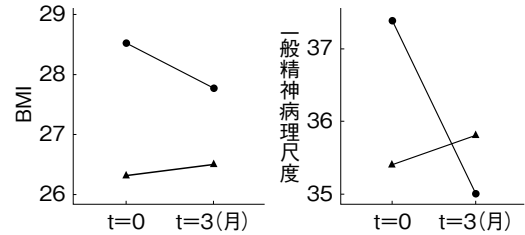


図2 運動プログラム前後での BMI と一般精神病理尺度の変化

プログラム参加群 (●) では体重が減少し、PANSS の一般精神病理尺度が改善したが、非参加群 (▲) では両者とも変化はなかった。

り、プログラム参加群では body mass index (BMI) は減少し、対照群では BMI の減少は認められなかった。加えて、参加群では PANSS の一般精神病理尺度が改善したが、対照群では変化はなかった (図 2)。fMRI を用いたバスケットボールに関連する動きを見ている際の脳活動の結果は、プログラムに参加することで、低下していた EBA の活動の程度が上昇した。非参加群では 3 ヶ月の間隔の前後でそのような変化は認められなかった。さらに EBA のプログラム前後における活動の変化 (上昇) の程度と PANSS の一般精神病理尺度の変化 (改善) との間に相関が認められた (図 3)¹⁵⁾。つまり、バスケットボールに参加して、EBA の活動の上昇が大きい患者ほど、一般精神病理尺度の改善も良かった。一方、対照群では 3 ヶ月の間隔の前後で EBA の活動に変化は認められなかった。

慣れ親しんで上達した運動とそうでない運動を見たときには、上達した運動を見たときの方がミラーニューロンシステムの賦活が高まっていたり、脳梗塞で運動麻痺のある患者に運動を見せることを続けると、ミラーニューロンシステムの賦活が高まり、実際のリハビリテーションでも運動機能の回復が促進されたという報告もある。今回の結果は RCT ではなく、統合失調症患者がスポーツや運動に参加した結果、EBA の賦活が高まることと PANSS の一般精神病理尺度が改善することとの因果関係や詳細なメカニズムは明確で

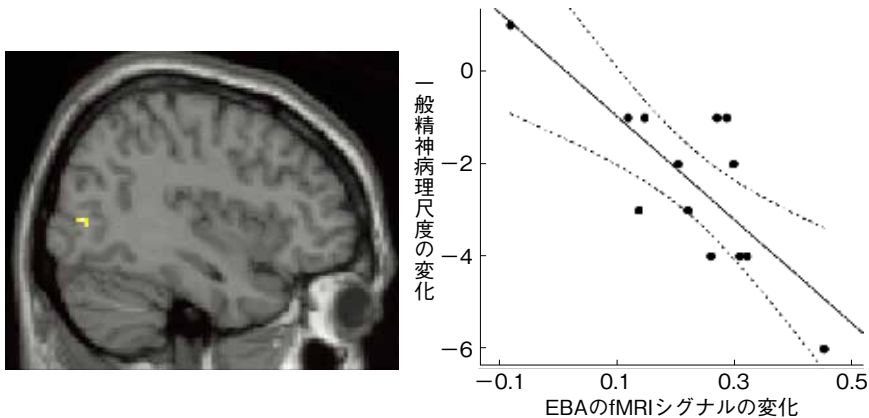


図3 運動プログラム前後でのEBAの賦活の程度の変化と一般精神病理尺度の改善の程度との関係

プログラム参加群ではプログラム前と比べてプログラム後にバスケットボール関連動作を見ている際のEBAの賦活の程度が上昇した(左). EBAの賦活の程度の上昇と一般精神病理尺度の改善の程度との間に相関関係が認められた(右).

ない点も多いが、自身が運動に慣れ親しみ、また他者の運動しているところを目にすることは、ミラーニューロンシステムの機能を高め、運動学習、スキルの獲得のみならず、他者の理解といった効果にもつながる可能性もある。

Ⅲ. 新規治療法の探索

精神疾患の場合、病因が不明なため、ターゲット分子が明らかにならないことが多い。そこでシステムレベルで介入することが、現時点の治療の主流と考えられる。また、分子レベルの評価をする場合にも、既存の疾病分類にはとらわれず、精神症候や行動異常を分子イメージングのターゲットに研究を行っている。中でも意思決定の障害は多かれ少なかれ精神疾患に認められ、昨今の行動経済学、神経経済学の発展に伴い、主観的な意思決定のプロセスを客観的に評価する理論や課題も成熟してきているため、意思決定に関するfMRIや分子イメージングを進め、意思決定障害をターゲットとするシステムレベルの介入や薬物療法の探索をしている^{10,11,14,16}。

1. 意思決定障害の薬物治療の可能性

次の例を考えてみていただきたい。コイントスをして表が出れば1万円もらえて、裏が出れば1万円失うくじがあったとする。多くの人はこのくじには参加しないはずである。伝統的な経済理論では利益、損失が同額でその確率も50%-50%であれば、このくじ(期待値0)に参加してもよいと思う人は2人に1人程度いても不思議ではないと予想し、ほとんどの人が上に挙げたくじには参加しないことをうまく説明できなかった。ここで、表だと2万円もらえて、裏だと1万円失うくじを想定した場合、参加してもよいと思う人が増えてくる。これは同額の利益と損失がある場合、損失が利益に対して少なくとも2倍の心理的影響を与え、慎重な判断をするのが典型的であることを示しており、この現象を損失忌避と呼ぶ¹⁸。損失忌避の神経基盤を検討したいくつかのfMRIや脳損傷例を用いた神経経済学的報告もされている^{3,17}。また心理生理学的研究で利得と損失の可能性のあるギャンブル時の皮膚伝導速度が損失忌避の程度と相関があるとする報告がある⁹。皮膚伝導速度という自律神経反応との関係から私達はノルアドレナリン神経伝達に着目した。末梢の自

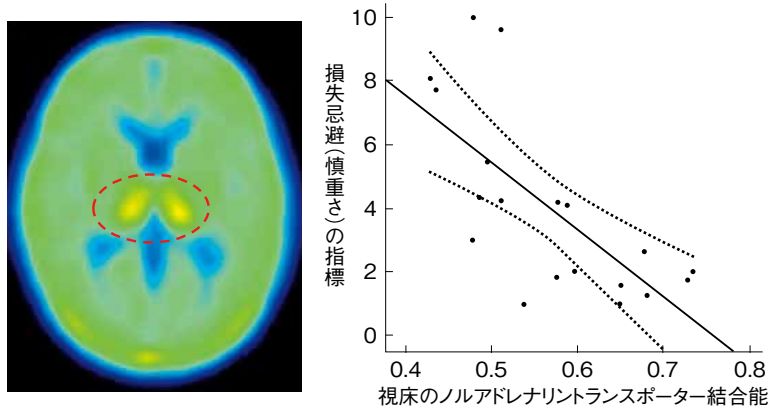


図4 損失忌避と脳内ノルアドレナリントランスポーター結合能との関係 (S, S)-[¹⁸F] FMeNER-D2 PET の加算画像。視床においてノルアドレナリントランスポーター結合能が高い (左)。損失忌避の程度の行動パラメータと視床ノルアドレナリントランスポーター結合能との間の負の相関 (右)。

律神経反応と中枢のノルアドレナリン神経伝達との間に直接の関係はないが、前者は後者を反映していることを示唆する傍証は多い。そこで健常者を対象にノルアドレナリントランスポーターの結合能を検討できる (S, S)-[¹⁸F] FMeNER-D2 というリガンドを用いて PET を行った。関心領域としては、大脳内で本リガンドでの結合能が最も高い視床を選んだ。PET の外で損失忌避の程度を評価する行動経済学的実験を行った。簡単に説明すると、上記に挙げたような 50%-50% のコイントスに参加するかしないか判断をしてもらう。ただし、表が出たときに得られる金額と、裏が出たときに失う金額は必ずしも同額ではなく、いろいろな当選金額と損失金額の組み合わせのコイントスが次々と出てきて、それに対して参加するかしないか決めてもらう。その結果から、各個人が利益と損失の双方の可能性のあるリスクのある判断をするときに、損失に比重を置いて判断する損失忌避 (慎重さ) の度合いを推定した。その結果、多くの被験者は、理論通り、同額の利益と損失の可能性がある場合、損失に比重を高く置き、ギャンブルには参加せず、典型的にはある損失金額に対して少なくともその約 3 倍の利益が見込まれないとギャンブルに参加しないことが示された。ま

た、利益の金額が少なくとも損失の何倍以上ならギャンブルに参加してもよいと思う金額 (倍数)、つまり損失忌避 (慎重さ) の度合いには個人差があった。

損失に比重を置いて判断する損失忌避 (慎重さ) の度合いを表す変数と視床のノルアドレナリントランスポーターの密度との関係を調べたところ、視床のノルアドレナリントランスポーターの密度が低い人ほど、損失に比重を置いて判断する損失忌避の度合いが強いという相関関係が見出された (図 4)¹²⁾。つまり、視床のノルアドレナリントランスポーターの密度が低い人は予測される損失の金額よりはるかに高い利益が見込まれないと上記のコイントスに参加しない慎重な傾向があることが示された。本研究の結果にはいくつかの解釈が可能と思われるが、利得と損失のあるギャンブル時に放出されるノルアドレナリンの再取り込みの効率の悪い人ほど、特に損失への情動や注意が高まり、慎重な判断になるものと考えられる。今回、紹介した研究は健常者を対象としたものであり、現在、病的な意思決定を示す精神疾患 (例：病的賭博) において検討しているところである。私達の結果より、ノルアドレナリン神経伝達は損失忌避を強める効果が示唆されたが、実際にこれらの

神経伝達を制御することにより行動が変化するか確認する必要がある。例えばノルアドレナリントランスポーター阻害薬を薬物治療に用いる ADHD においては損失への感受性が低下しているなどの報告もあり、また病的賭博の合併も少なくなく¹⁹⁾、実際にノルアドレナリントランスポーター阻害薬の損失忌避への効果を検討していきたい。

2. 意思決定障害のニューロモジュレーションの可能性

Transcranial direct current stimulation (tDCS) は頭皮上から 1~2 mA 程度の弱い直流電流を 5~30 分程度、通すことにより神経細胞の興奮性を高めたり、弱めたりすることができるニューロモジュレーションの 1 つである。侵襲性が低く安価でもあるため、精神・神経疾患への応用も広まりつつある。頭皮上からの刺激であるため、大脳皮質への効果は脳波などで検証されてきた。tDCS が意思決定や情動に関する行動指標にも効果があることは知られており、大脳皮質以外の脳深部の報酬系や辺縁系にも効果が波及するのではないかと考えられてきた。そこで、最近、急速に広まりをみせている resting state fMRI を用いて、脳波では検証できない脳深部への tDCS の効果を検証した。健常者を対象に tDCS の前後で顔写真の魅力度を評定した。実験条件では anode (陽極) を眼窩前頭野、cathode (陰極) を背外側前頭前野に置き、対象条件では電極を逆に置き刺激をした。その結果、実験条件でのみ、顔の魅力度が優位に上昇した。また、実験条件後に resting state fMRI を施行したところ、刺激部位から離れた中脳の BOLD 信号が上昇していることが確認された。さらに anode で刺激した眼窩前頭野と中脳との機能的結合性が上昇し、結合性の上昇が高い人ほど、顔の魅力度もより高く評定する傾向があることが確認された²⁾。tDCS と resting state fMRI という比較的簡便な方法の組み合わせにより精神科臨床において情動や意思決定の障害の介入とその効果判定にますます使用されていくものと期待される。

おわりに

生物学的精神医学会との共催の本発表では、病態理解から、診断、治療と様々な切り口の発表がなされた。どのパーツも精神医学の発展には欠くことができない。しかし、医師であれば、やはり治療に役立つことを研究したいと考えるのが自然であろう。昨今、若い医師の研究離れが進んでいると耳にする。様々な要因があると思われるが、治療に役立ちそうと少しでも思えたら、取っ付きやすくなったり、興味をもっていただけるのではないかと考え、治療という出口に近いステージの研究を紹介した。出口に近い研究から入って、さらに興味や疑問が湧いたら、病態理解や診断に関する研究、あるいは脳画像以外のアプローチによる詳細なメカニズムの解明に資する生物学的研究に発展していけば理想的ではないかと考える。

なお、本論文に関して開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Arakawa, R., Okumura, M., Ito, H., et al.: Positron emission tomography measurement of dopamine D (2) receptor occupancy in the pituitary and cerebral cortex: relation to antipsychotic-induced hyperprolactinemia. *J Clin Psychiatry*, 71; 1131-1137, 2010
- 2) Chib, V., Yun, K., Takahashi, H., et al.: Noninvasive remote activation of the ventral midbrain by transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex. *Transl Psychiatry*, 3; e268, 2013
- 3) De Martino, B., Camerer, C.F., Adolphs, R.: Amygdala damage eliminates monetary loss aversion. *Proc Natl Acad Sci USA*, 107; 3788-3792, 2010
- 4) Downing P.E., Jiang, Y., Shuman, M., et al.: A cortical area selective for visual processing of the human body. *Science*, 293; 2470-2473, 2001
- 5) Gorkzynski, P., Faulkner, G.: Exercise therapy for schizophrenia. *Cochrane Database Syst Rev*; CD004412, 2010
- 6) Ji, J., Sundquist, K., Ning, Y., et al.: Incidence of cancer in patients with schizophrenia and their first-degree relatives: a population-based study in Sweden. *Schizophr Bull*, 39; 527-536, 2013

- 7) Kendall, T. : The rise and fall of the atypical anti-psychotics. *Br J Psychiatry*, 199 ; 266-268, 2011
- 8) Peluso, M. J., Lewis, S. W., Barnes, T. R., et al. : Extrapyrimal motor side-effects of first-and second-generation antipsychotic drugs. *Br J Psychiatry*, 200 ; 387-392, 2012
- 9) Sokol-Hessner, P., Hsu, M., Curley, N. G., et al. : Thinking like a trader selectively reduces individuals' loss aversion. *Proc Natl Acad Sci USA*, 106 ; 5035-5040, 2009
- 10) Takahashi, H. : Monoamines and assessment of risks. *Curr Opin Neurobiol*, 22 ; 1062-1067, 2012
- 11) Takahashi, H. : Molecular neuroimaging of emotional decision-making. *Neurosci Res*, 75 ; 269-274, 2013
- 12) Takahashi, H., Fujie, S., Camerer, C., et al. : Nor-epinephrine in the brain is associated with aversion to financial loss. *Mol Psychiatry*, 18 ; 3-4, 2013
- 13) Takahashi, H., Kato, M., Sassa, T., et al. : Functional deficits in the extrastriate body area during observation of sports-related actions in schizophrenia. *Schizophr Bull*, 36 ; 642-647, 2010
- 14) Takahashi, H., Matsui, H., Camerer, C., et al. : Dopamine D receptors and nonlinear probability weight-
ing in risky choice. *J Neurosci*, 30 ; 16567-16572, 2010
- 15) Takahashi, H., Sassa, T., Shibuya, T., et al. : Effects of sports participation on psychiatric symptoms and brain activations during sports observation in schizophrenia. *Transl Psychiatry*, 2 ; e96, 2012
- 16) Takahashi, H., Takano, H., Camerer, C. F., et al. : Honesty mediates the relationship between serotonin and reaction to unfairness. *Proc Natl Acad Sci USA*, 109 ; 4281-4284, 2012
- 17) Tom, S., Fox, C., Trepel, C., et al. : The neural basis of loss aversion in decision-making under risk. *Science*, 315 ; 515-518, 2007
- 18) Tversky, A., Kahneman, D. : Advances in prospect theory : Cumulative representation of uncertainty. *J Risk Uncertain*, 5 ; 297-323, 1992
- 19) Van Holst, R. J., Van Den Brink, W., Veltman, D. J., et al. : Why gamblers fail to win : A review of cognitive and neuroimaging findings in pathological gambling. *Neurosci Biobehav Rev*, 34 ; 87-107, 2010
- 20) Vancampfort, D., Knapen, J., De Hert, M., et al. : Cardiometabolic effects of physical activity interventions for people with schizophrenia. *Phys Ther Rev*, 14 ; 388-398, 2009
-

Impact of Advances in Neuroimaging on Clinical Psychiatry

Hidehiko TAKAHASHI

Department of Psychiatry, Kyoto University Graduate School of Medicine

The theme of this symposium is the impact of brain imaging on clinical psychiatry. Brain imaging has advanced understanding of psychiatric disorders and influenced the diagnosis of and therapies for them. Here, I focused on the impact of brain imaging on therapies in psychiatry. With recent advances in noninvasive *in vivo* human brain imaging (fMRI/PET), it has become possible to investigate deep structures and molecular mechanisms in the brain. Thus, brain imaging plays an important role in understanding the mechanisms of current treatments, optimizing these treatments, and advancing them. On the other hand, with the dissemination of noninvasive human neuroimaging techniques such as fMRI, interdisciplinary neuroimaging studies on emotions and decision-making have been accelerated. I also introduced our recent brain imaging work to assess decision-making and possible intervention for impaired decision-making in neuropsychiatric disorders.

<Author's abstract>

<**Keywords** : brain imaging, emotion, decision-making, therapy>
