

研究報告書

「インターネット環境が脳と認知機能へ与える影響の解明」

研究タイプ: 通常型

研究期間: 平成 23 年 10 月～平成 27 年 3 月

研究者: 金井 良太

1. 研究のねらい

インターネットの出現により、私たちの生活環境は大きく変化した。あまりに日常生活に浸透しているために、すでに実感は薄いかもしれないが、ネットの出現は人類史上まれに見る技術革命である。歴史上、文字の発明や産業革命のように、人間の創りだしたテクノロジーが、人間自身の生活の様相を根本的に変えてしまうことは度々あった。インターネットの出現は、それらに比類する社会的変革を生み出している。

インターネットが既に社会生活の一部として定着した現代社会で、我々は膨大な情報に常にアクセスできる状況に身をおきながら、気になったことがあれば検索することで無尽蔵に情報を掘り下げて知ることができる。むしろ、消化しきれない程の情報を常に浴びせかけられるかのような情報過多な環境で生活するようになった。また、ネットは双方向型コミュニケーションのメディアとして発展を遂げ、ツイッターやフェイスブックのようなソーシャルメディアもまた私達の生活の一部となり、人間の社会的関係性に変容をもたらしている。

このように人間を取り巻く情報環境が変化したことで、人間の脳や認知機能もこの環境に対応するように変化してきているのではないだろうか。これまで、ネットの出現により深く物事を考える能力が損なわれ、注意力も散漫になっているという否定的な意見がある一方で、多様な情報がすぐに手に入る環境のおかげで「認知的な余剰」が生まれ、人間はよりクリエイティブで生産的なことに集中できるようになったというポジティブな意見も主張されてきた。しかしながら、ポジティブな意見もネガティブな意見も現時点では未検証の仮説であって、主観的な印象と状況分析に基づいて議論されているにすぎない。

本研究では、インターネットによって、人間の脳と認知機能にどのような変化が起きているのかを、認知神経科学の手法を用いて検証することを目的としてきた。特に脳の構造 MRI 画像の解析と、個人差の心理学で用いられる質問紙などの方法を組み合わせることで、インターネットの利用の仕方や頻度が、脳の構造や心理指標とどのような関係にあるか調査した。その実験方法としては、「横断的研究」と呼ばれる相関に基づいた研究と、「縦断的研究」と呼ばれる時系列の変化を追跡する研究を行った。前者は、脳構造の解析手法や心理テストの手法の確立と、初歩的な仮説の検証を目標とし、後者は因果関係の立証を目標とした研究である。

2. 研究成果

(1) 概要

本研究では、前半では「横断的研究」により、インターネットの使用状況や、「メールでのコミュニケーションを好む」などの心理的態度が、個人の脳構造や心理特性とどのような相関関係にあるかを明らかにした。そのために、インターネットやソーシャルメディアの利用状況を測定するために質問項目を作成し、脳の構造 MRI 画像、拡散 MRI 画像、安静時の活動fMRI のデータを取得した。それらを元に、インターネットで多数のメディアを同時に利用するマルチタスクの傾向が、脳の構造にどのように反映されているかを明らかにした。特に顕著な研究成果としては、日常的にネット上でマルチタスクをしている人では、脳の前部帯状回という部位の体積が著しく減少していることが見出された。この脳部位は、タスク間のスイッチを行うような状況で活動を示すことが知られており、また損傷を受けると、タスクのスイッチの能力が低下することが知られている。このことより、もともと前部帯状回の体積が小さい人では、自分の集中すべき課題に専念することが苦手で、ネットの環境において、たえず重要でない情報に注意を惹かれ無駄なマルチタスクを行う傾向があるように解釈できる。

しかしながら、「横断的研究」では、相関関係のみしか発見することができず、因果関係がどのような方向で働いているかを判別することができない。例えば、上の例では脳の構造が、個人の行動を規定しているという解釈をしているが、逆の可能性、すなわち、日常的にマルチタスクを行うことで、前部帯状回の萎縮が生じているということも考えられるのである。

本研究の後半では、ネットの利用と脳構造の変化についての因果関係を探るために、「縦断的研究」を行った。特に、インターネットの利用前と利用後の生活で、同じ被験者において脳の構造や認知能力に変化が生じるのかを検証した。しかしながら、現在では先進国においてネットを使わずに生活している人を被験者として募集するのは非常に困難である。その問題を克服するために、本研究ではインドのコルカタにおいて、ネットやパソコンを殆ど利用したことのない人を探して、その人達に定常的にインターネットを利用してもらい、その前後で脳の構造が変化するかを MRI 画像により検証した。

(2) 詳細

本研究では、注意力などの認知機能と、共感などの社会性というふたつの要素がインターネットの利用により変化するのではないかと考え注目してきた。

まず注意力についてだが、ネット環境がもたらした日常的なマルチタスキングと脳構造の関係をボクセル形態解析という手法を用いて明らかにした。この研究(Loh & Kanai 2014)では、75人のイギリスの学生の脳構造 MRI 画像を撮像し、また日常的なマルチタスキングの度合いを既に確立されたマルチメディアマルチタスキング指標(Ophier, Nass & Wagner, 2009)を用いて測定した。脳構造のボクセル形態解析により、日常的にマルチタスクを行いがちな人では、前部帯状回の体積が小さくなっていることが明らかになった(図1に前部帯状回の部位が示されている)。また、この部位で認められた負の相関を図2に参考までに示した(注:全脳解析で同定さ

れた部位に置ける相関は誇張されている可能性がある)。

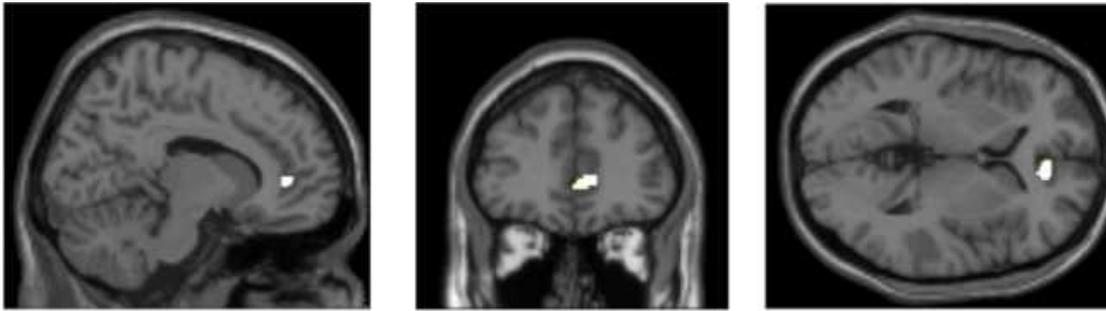


図1: マルチタスキングの度合いと負の相関を示した脳部位を示している ($p < 0.05$ corrected for the whole brain)。

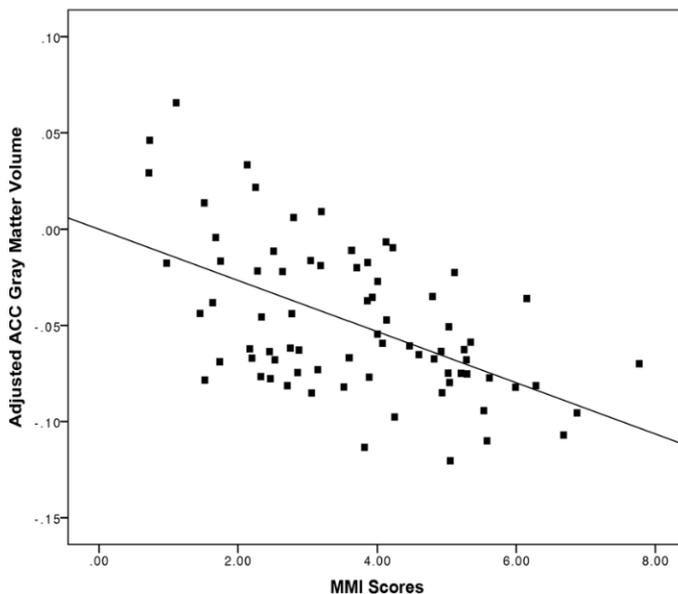


図2: マルチタスクの度合いを示す MMI の指標と図1で示された前部帯状回の体積(年齢や性別の補正後の値)の関係。

また、安静時中の脳活動を機能MRIにより計測したところ、前部帯状回と楔前部の機能結合度が、マルチタスクを行う人では低くなっていることが明らかになった。この前部帯状回と楔前部(あるいは後部帯状回)の機能的結合(すなわち活動の相関)は、我々が特に外部の刺激に対して情報処理をしていない安静時に活動を高めるデフォルト・モード・ネットワークを構成しており、日常的なマルチタスクが、このデフォルト・モード・ネットワークの機能的統合を阻んでいる可能性を示唆している。つまり、マルチタスキングを日常的に行っている人では、なにもしていない安静時においても、脳が落ち着いた状態を保つことができずにいる可能性がある。

一方、社会性に関する「横断的研究」では、まず多様な質問紙を構成することで、社会性と関連する因子を同定することから始めた。

メールやフェイスブックなどのソーシャルメディアなどの利用の仕方や、それらのコミュニケーションメディアに対する態度として、次のような主要な要因が同定された。メールについては、3つの要素。

- ①. メールでのコミュニケーションを実際に人と話すよりも好む傾向。
- ②. メールでのやりとりの量が多く、すばやく処理する傾向。
- ③. メールでのコミュニケーションを丁寧に行う傾向。

これら3つの要素について、ボクセル形態解析を行い、対応する脳の部位を求めた。その結果、メールでのコミュニケーションを好む人では、上部側頭溝(STS)と紡錘回と呼ばれる脳の部位の体積が小さいことが判明した。前者は他人の表情などを読み取る社会性の能力と関係し、後者は顔の認識などに関わる部位だと考えられる。また、②と③については左の頭頂葉に相関する部位が見出された。またフェイスブックに関しては、一般的な利用度が前部島皮質と相関しており、中毒との関係が示唆される。この研究から、ネットでのコミュニケーションに関する多数の要因が同定され、その中には脳の部位と明らかな相関を示すものが見つかった。その詳細は、現在論文として執筆中である。

また本研究の後半では「縦断的研究」を行ってきた。これまでインターネットを利用していなかった人が、インターネットへのアクセスを持ち利用を始めることで、認知機能や社会性に変化が生じるかの因果関係を調査するために、インドのコルカタにて、これまでインターネットを利用していなかった人での研究を行ってきた。調査項目としては、上記の「横断的研究」により確立した認知課題と心理テストを用い、さらにMRIの構造画像を一ヶ月の期間を間に設けて計測した。

現在データ収集の最終段階にあり、断定的な結論を出すことは難しいが、予備的な実験結果としては、知能テストのような認知機能には好ましい影響がある反面、衝動性が高まり持続的な集中力が若干落ちるといった傾向が認められている。ただし、現在はデータ数が少なく決定的な結論を出す段階に至っておらず、データ収集を研究期間終了に近い時期まで継続し、その上で正式な結論を発表したい。

3. 今後の展開

データの収集が最終段階にある現時点では、まだインドでのデータは増え続けており、最終的なデータ分析が網羅的にはできていない状況にある。研究期間終了後も、データ解析を行い論文として発表を進めていく必要がある。

今後の展開としては、日本国内でもネットの利用について頻度に幅のある高齢者を対象として、どのようなネットの利用がなされているのかを研究したい。例えば、ネットを使うことで老後のソーシャルネットワークの維持に貢献できるのか、あるいは、日々情報を多く吸収することで認知症の予防効果があるのではないかと考えており、今後の研究課題として残っている。

また、本研究の提案当時はまだ普及が始まったばかりだったスマートフォンも、現在では大部分に普及し、日常生活の一部となっている。スマートフォンの特徴として、これまでのパソコンを介したネットへの接続と比べて、常時人間とネットが繋がった状態となっている。これは、さらに

質的に異なる変化を人間の脳にもたらしている可能性があり、また中毒性も非常に高いように思える。このような印象を、具体的な研究データにもとづいて検証することで、スマートフォンが人間の認知機能や脳にどのような影響を与えているのかを理解することは、テクノロジーが子供の教育や人間の幸福にどのような影響を及ぼすのか考える上で非常に興味深いテーマである。

そして、今回の研究で明らかになった脳とネットの利用の仕方の関係を、今後どのように人間が利用する情報技術のデザインなどに活かすことができるのかなどは、今後の課題である。

4. 評価

(1) 自己評価

(研究者)

今回の「さきがけ」研究では、人間の創り出す環境が、人間自身の脳にどのような影響を及ぼすのかという問題を認知神経科学の手法により明らかにすることを目標と掲げ取り組んできた。このような課題は、通常の学問の領域を越えた学際的な研究であると同時に、日常的に一般の方々にとっても関心の深いテーマである。この研究課題に関して、これまでは実際に脳や認知課題を用いて定量的に評価されずに、単に各分野の有識者が主観的な印象のみでインターネットの有害性や文化的な利点を述べてきたにとどまっている。本研究において、インターネットの脳へ与える影響を、脳 MRI 画像データや認知課題による定量的な認知能力評価を行い、定量的に研究するための実験を行ってきた。このような取り組みは脳がどのように人間自身が生み出した情報環境から影響を受けているのかという、社会神経科学の基礎研究としても意義があり、また同時に社会的関心の高い研究テーマを行うことができた意義が大きい。

大きな研究成果のひとつは、インターネットの利用度と認知機能と脳構造の関係性を明らかにするための課題セットと解析手法を確立し、それらを用いて、インターネットの利用の仕方が個人の性格特性や脳構造とどのように関係しているかを明らかにしたことである。この研究成果は、査読付きの論文として出版され(Loh & Kanai, 2014)、数多くのメディアの注目を集める研究成果となった。また、現在もその過程で発見のあった追加項目について論文出版に向けて準備を続けている。

また本研究課題において野心的な研究企画としては、インドにおいて始めてインターネットを利用する被験者が、どのような認知能力の変化と脳構造の変化を示すかを研究した。現在、研究完了へ向けてデータ取得の最終段階に入っているが、ネットが脳にどのような影響を及ぼすかを直接的に示すための必要な価値の高いデータの取得が実現できた。特に、ネットを使う前と後とで脳の構造の変化を調べるチャンスは、あと5年もしたら皆無になってしまうかもしれないという状況を考えると、本さきがけ研究においてこのような研究がタイムリーに実現できたことは、日本のみならず世界的に社会的意義の大きい研究成果である。ここでの研究成果は、今後論文として発表することで、一般社会にも共有される知識となり、また貧困社会における情報格差についても広範な示唆をもつ研究成果となる。

(2) 研究総括評価(本研究課題について、研究期間中に実施された、年2回の領域会議での評価フィードバックを踏まえつつ、以下の通り、事後評価を行った)。

(研究総括)

本研究は、インターネットの出現が人間の脳と認知機能に与える影響を、認知神経科学の手法を用いて明らかにすることを目的としている。出現の前後を比較するには、時系列の変化を追跡する必要があるが、実際にそうした観察するのは容易ではない。そのため、被験者をインドに求め、インターネットの出現を演出し、その前後の脳の構造変化を捉えようとした。実験の許可を得ることを含め、準備に長時間を費やした結果、データの取得が可能となり分析が始まろうとしている。この間、並行して行われた、マルチタスキングと脳構造に関する研究では、75人の英国学生を被験者として、マルチタスキングが安静時の脳機能に影響を与えることを導き、多くのメディアの注目を集めた。また、広範な質問紙調査からは、メールと社会性の関係など、インターネット利用が影響を与える脳の部位が明らかとなりつつある。研究の性格上、期間内に完全な結論を得ることが難しくなっているが、研究を継続し、当初の目的であるインターネットと脳構造の関係を明らかにし、社会を啓蒙することを期待したい。

5. 主な研究成果リスト

(1) 論文(原著論文)発表

- | |
|---|
| 1. Loh, K.K. & Kanai, R. Higher media multi-tasking activity is associated with smaller gray-matter density in the anterior cingulate cortex. <i>PLoS ONE</i> (2014), 9(9):e106698. |
| 2. Kanai, R. , Bahrami, B., Duchaine, B. Janik, A., Banissy, M., & Rees, G. Brain structure links loneliness to social perception. <i>Current Biology</i> (2012), 22, 1975-1979. |
| 3. Kanai, R. , & Tsuchiya, N. (2012). Primer: Qualia. <i>Current Biology</i> , 22, R392-R396. |
| 4. Kanai, R. , Muggleton, N.G., & Walsh, V. (2012). Transcranial direct current stimulation (tDCS) of the frontal eye fields during pro- and antisaccade tasks. <i>Frontiers in Psychiatry</i> , 3:45. |
| 5. Sharot, T.*, Kanai, R.* , Marston, D., Korn, C., Rees, G. & Dolan, R. (2012). Selectively altering belief formation in the human brain. <i>PNAS</i> . (* joint first author). |

(2) 特許出願

研究期間累積件数: 0件

(3) その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

主要な学会発表

- 2012年3月 AAAI Spring Symposium Series
Kanai, R. Brain Structure and Individual Differences in Social Behaviors.
- 2012年4月 British Association for Cognitive Neuroscience: BACN
Kanai, R. Transcranial alternating current stimulation (tACS): a new promising tool for oscillatory brain entrainment? Effects on perception and somatosensation.
- 2013年3月 AAAI Spring Symposium Series

- Goh, C., Kano, Y. & Kanai, R. Neuroprofiling: Personalized Brain Visualization.
- 2013年3月 AAI Spring Symposium Series
Loh, K.K & Kanai, R. Individual Differences in Social Media Use Are Reflected in Brain Structure.
 - 2013年7月 Association for Scientific Studies of Consciousness
Seth, A.K. & Kanai, R. Integrated information, predictive coding, and qualia.

招待講演等

- 2012年7月 玉川大学グローバル COE 若手の会
題目「Brain structure and individual differences in complex social behaviour」
- 2013年3月 German Neuroscience Society
題目「Brain structure correlates of individual differences in perceptual rivalry」
- 2013年5月 さきがけ「脳情報の解読と制御」の領域会議における特別講演。
題目「インターネットと脳」
- 2014年2月 玉川大学脳科学研究所リトリート
題目「And now for something completely different」
- 2014年10月 日本神経臨床生理学会
題目 『tDCS による脳機能研究の発展と臨床応用の現在』

プレスリリース

本研究の前半の集大成である論文(Loh & Kanai, 2014)のプレスリリース(2014年9月25日)は世界中で幅広く取り上げられた。サセックス大学のメディア担当の報告では総計で300位上のメディアに取り上げられ、2千万から3千万件の閲覧があったとされている。代表的なメディアとしては、ハフィントンポスト、デイリーメール紙、フォーブス誌などに記事が掲載されている。

著作物

『脳に刻まれたモラルの起源』(岩波科学ライブラリー)金井良太著 2013年6月発刊。