

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

作業課題を通じて個々人の判断傾向を把握する

鉄道現場での作業は小さな判断の連続です。たとえば長い作業の途中で、これまで自分が行った作業結果を、一度振り返って確認するか、それとも次の作業を先に進めるか、などの判断が繰り返されて作業が進行していきます。

この判断で生じるミスを防ぐための教育訓練手法の開発を目指し、その第一歩として、教育を受ける人がどのような判断の特徴を持っているのかを把握するために開発した作業課題を紹介します。さらに、fMRI（機能的核磁気共鳴断層画像法）を使って、課題実施中の脳活動を計測しましたので、その成果についてもあわせて紹介します。



北村 康宏
Yasuhiro Kitamura
人間科学研究部
安全心理研究室
副主任研究員
【専門分野】 認知心理、
安全心理

はじめに

一般的に意思決定というと、会社の経営者などが行うものと思われがちですが、実際には鉄道の現場作業においても小さな意思決定、すなわち判断が繰り返されています。近年の研究では、現場レベルの判断が安全に大きな影響を与えていることが明らかになっています¹⁾。意思決定スキルを向上させる教育訓練手法の開発を目指し、意思決定スキルの評価手法の開発を進めているところです（図1）。ここではこれまでの成果として、その評価手法に必要な作業課題の開発について紹介します²⁾。

鉄道現場の作業場面における作業中の判断は、あまり時間をかけることなく、短時間で簡便に実施されることが多いですが、そのような簡便な判断を

実施すると、時に判断ミスにつながりやすい（判断が特定の傾向に偏りやすい）ことがさまざまな研究から指摘されています。このような偏った判断を改善するためには、まず自分の判断に偏りがあることを判断の実施者自身が自覚しておく必要があります³⁾。しかし、自らの判断に問題があるかどうかを自覚することはたいへん難しいものです。そこで、個々人の判断の傾向を把握できる、作業課題の開発に取り組みました。

また、その作業課題が適切な判断をとともなう課題となっているかを明らかにするために、機能的核磁気共鳴断層画像法（functional magnetic resonance imaging、以降fMRI（参照））を活用して検証した結果についてもあわせて紹介します。

機能的核磁気共鳴断層画像法（fMRI）

機能的核磁気共鳴断層画像法とは、脳内のわずかな血流変化をとらえることができる手法で、特定の作業時にどの脳領域が活動しているかを検討することができます。脳計測の手法としては、脳波測定や近赤外分光法（NIRS）などさまざまな手法がありますが、これらは脳表面の活動を測定することしかできません。陽電子断層撮像法（PET）はfMRIと同様に脳の深部まで測定することができる手法ですが、大変わずかであるものの放射性被ばくがあります。基礎的な意思決定の先行研究では、脳の深部における活動が複数報告されているため、本研究ではfMRIの手法を採用しました。



図1 意思決定研究の全体像

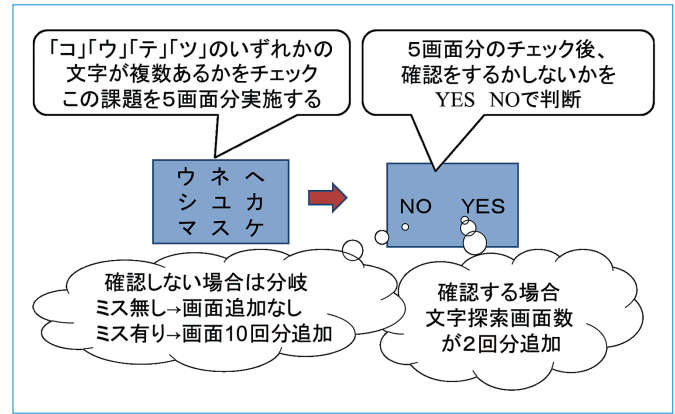


図2 確認の要否判断課題(1試行)の構成内容

判断ミスがおきやすい「場面」

作業課題を作成するためには、鉄道現場の作業場面における実態を反映する必要があります。鉄道事業者から提供された72件の事故事例を分析したデータから278件の判断ミスを抽出して、その特徴を抽出しました。

その結果、判断ミスの多い場面として確認作業が含まれる「場面」が多く、確認の省略が発生しやすいことが明らかになりました。そこで、これらの特徴を反映した判断をともなう作業課題を開発しました。

「確認の要否判断課題」の作成

判断ミスが発生しやすい確認場面を模擬した作業課題として、作業を行わせた後、その作業結果について確認が必要かどうかの判断を求めるという二段階構成の課題を作成しました(図2)。作業場面として文字探索の画面を作成し、コ、ウ、テ、ツの4文字を探す内容としました。3×3の9文字の中から、ターゲットとなるコ、ウ、テ、ツの文字が複数あるかを制限時間内にチェックします。

その後の確認が必要かどうかを判断する画面では、直近の5回の文字探索の回答について確認をするかどうかYESかNOで回答が求められます。YES、すなわち確認をすると判断した

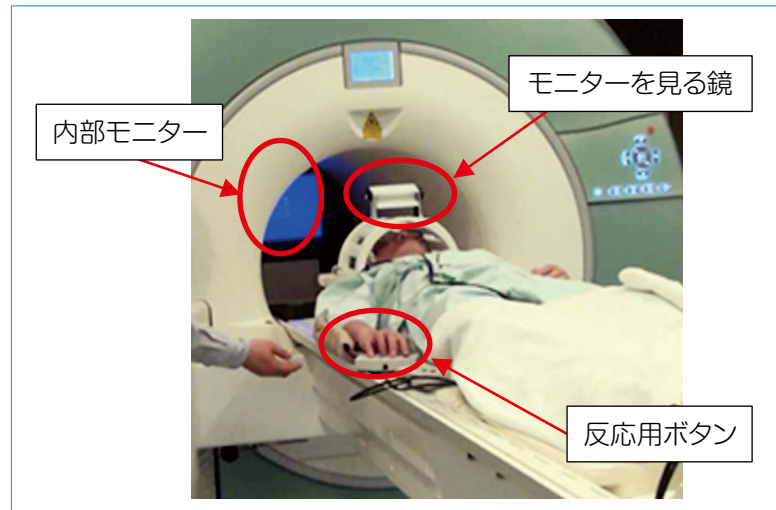


図3 fMRI内の測定風景

場合には、確認の手間がかかる状況を模擬し、直近の5回の文字探索の回答に誤りがあった場合でもなかった場合でも、文字探索画面が2回分追加されると説明されますが、実際には追加はされません。この設定により、現実場面面で作業者が確認を面倒あるいは無駄と認識してしまう状況を模擬しました。

一方、確認をしないと判断した場合には分岐が発生します。直近の5回の文字探索の回答にミスがあった場合には、新たな文字探索作業が10回分追加され、ミスがなかった場合には追加は行われないと説明されます。この設定は、作業自体にミスがなく進捗した場合に確認を省略しても支障がなく、ミスが発生したときにのみ、確認の省略が大きな悪影響を及ぼすという状況

を模擬しています。

なお実際の総試行数は5回の文字探索とその後の確認の要否判断のセットが合計25回繰り返された時点で終了となります。

「確認の要否判断課題」の妥当性検証

この作業課題で本当に個々人の判断の傾向を測れるのか、またこの作業課題が本当に判断を求めている内容になっているのかを検討するため、実験を行いました。

20代から40代までの一般の被験者15名に本課題をfMRI内で取り組んでもらい(図3)、課題の成績と脳機能画像を分析しました。脳が判断を行っているか否かを確認するには、課題実施

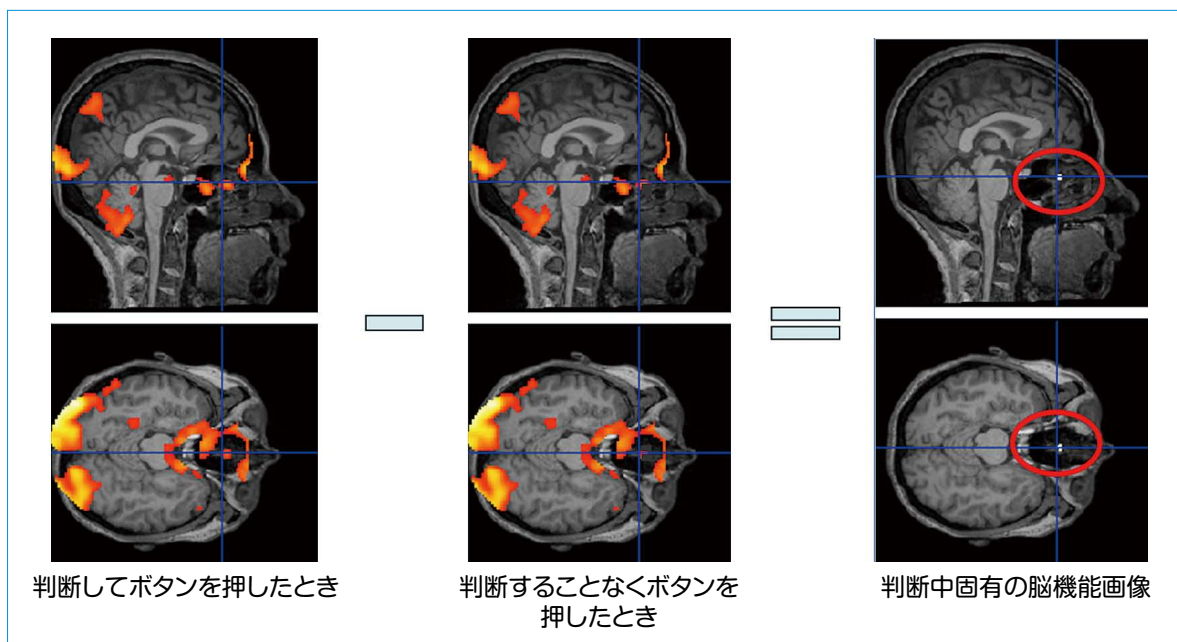


図4 判断に関わる脳活動の算出方法(イメージ図)

中の脳機能画像だけでは不十分です。課題の特徴とは直接関係がない脳部位、たとえば「何かを見るとき」の脳部位や「ボタンを押すとき」の脳部位などが活動しているため、データにはそれらの活動全ても合わされてしまいます。課題の特徴だけを反映した脳機能画像を得るためには、それらの余計な脳活動の影響を除く必要があります。今回の実験では、確認の要否判断をする画面で、YESまたはNOのどちらかが目立つ条件を設定し、実験参加者には目立って見えるほうのボタンを押すように指示した条件も設定しました。この条件設定では確認の要否を判断しておらず、その他の部分では通常の実験条件と同じになる条件を作ることを意図しています。この条件で得られた脳機能画像を通常の実験課題を実施する条件で得られた脳機能画像から引くことで判断に関わる固有の脳活動だけを抽出することが可能となります(図4)。

確認が必要かどうかを判断する画面で「確認をしない」と回答した数(省略回数)は、平均13.5回(標準偏差4.56)で、参加者によって最小6回から、最大21回までとなりました(図5)。回

答が要あるいは否の片方に偏らず、参加者によってばらつくことから、本課題は個々人の判断の傾向がでる課題といえます。

さらに、この課題実施中のfMRIデータを解析しました。fMRIのデータは個人差が大きいことが知られています。同じ課題の同じタイミングの脳機能画像であっても、その脳内血流量には大きな個人差があります。そのため、複数の実験参加者データを取り統計的に処理を行う必要があります。こうして処理した結果、島皮質が活動していることがわかりました(図6)。島皮質は直感的な違和感などに基づいて判断する領域であることが先行研究から知られており⁴⁾、自らの作業経験に基づいて短時間で直感的に判断することを想定していた作業課題開発のねらいと合致する結果でした。

fMRIによる実験手法の特徴

本研究では新たな取り組みとしてfMRIを活用した脳活動の測定を実施しました。fMRIの導入により、課題実施中の実験参加者がどのような認知機能(心の動き)を使用しているのか

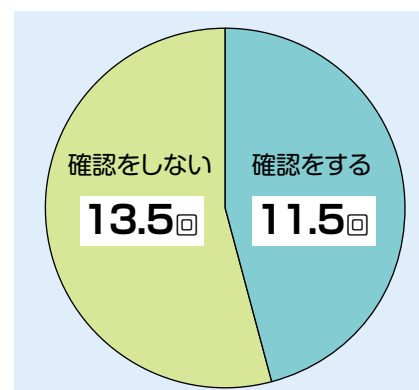


図5 確認の要否判断回数(全25回:15名の平均)

を生理学的に検証することが可能となり、作成した作業課題がねらいどおりの内容となっていることを明らかにすることができました。

fMRIでデータをとる際には、円筒型の大きな機器内に横になっている必要があります(図3)。円筒の奥に見える青い画面に実験画面が映し出され、その画面を顔の前にある鏡を使って見ます。また手元にあるボタン装置で作業課題に取り組みます。

このように横になった状態ではあるものの、パソコンで行える作業課題は、通常の心理実験室内と同様に行うことができますが、その一方でいくつかの

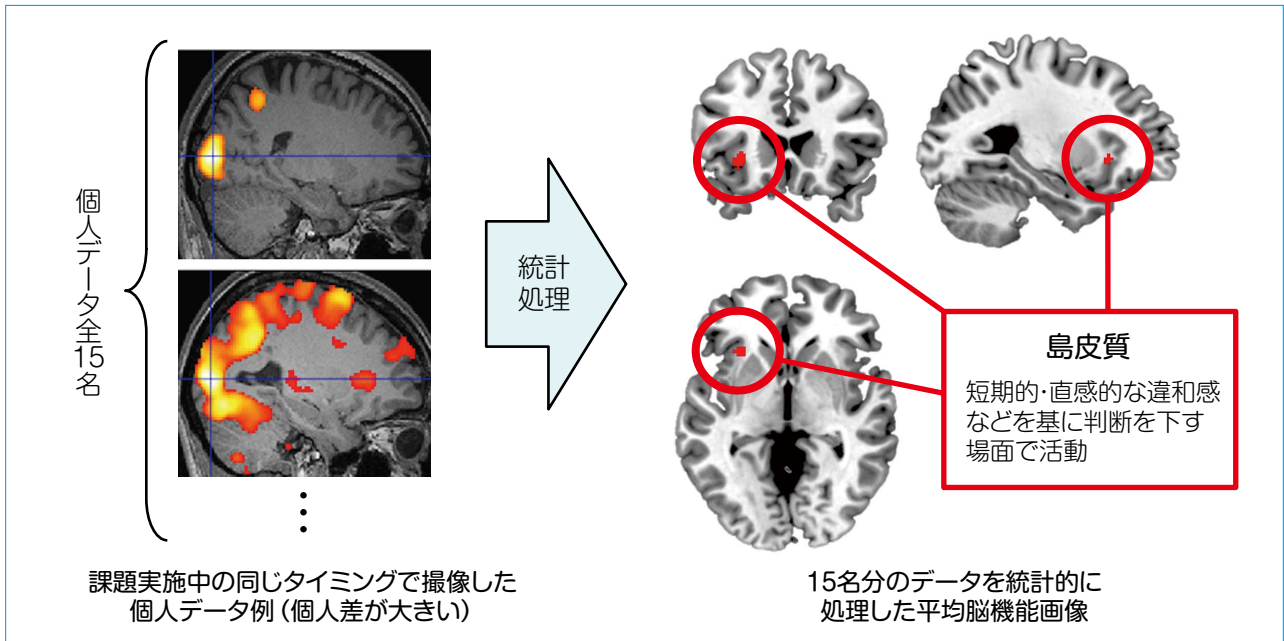


図6 確認の要否判断課題実施中の脳機能画像

制限があります。まず、身体、とくに頭部を動かすことができません。これは、fMRIで測定する信号の強弱が体の動きによって変動してしまうためです。またfMRIの機器は大きな騒音が発生しているため、耳栓やヘッドフォンを使って遮音する必要があります。さらに機器の操作・得られたデータの分析には高度に専門的な技能が必要であり、本研究でも、外部の研究機関の協力を得てfMRIの実験と分析を行いました。

なお、今回の実験では作業課題を評価するためにfMRIを活用しており、個人差を把握するためには使用しませんでした。個々人の判断傾向を把握するには、行動指標、すなわち作業課題の成績の活用が有効であると考えているからです。

おわりに

ここでは、事故分析データの結果を踏まえて開発した判断をとまなう作業課題について、fMRIを使用した妥当性の検証手法とあわせて紹介しました。

従来の研究では、作業課題が本当にねらいどおりの内容となっているかを検証する際にアンケート結果を参照す

ることが少なくありませんでした。しかし、アンケートは内容を回答者が意識的に操作することが比較的簡単ですし、過去を振り返って回答するため、課題中に考えたこととずれてしまう危険性があります。しかし、生理データに基づいた本手法では、実験参加者が意図的に操作することは困難で、またそのデータはリアルタイムの状態を反映しています。

このような理由から、fMRIを活用した研究は有用ですが、限界もまた明らかになりつつあります。たとえば、島皮質について「直感的な違和感などに基づいて判断する領域」と記しましたが、この知見は実験結果と先行研究の結果を踏まえた妥当なものである一方で、島皮質が他の場面や心理状態で活動しないとはいえません。一つの脳領域が複数の機能にのみ特化して活動するわけではないため、その解釈には十分に注意する必要があります。

今後は実験で得られた作業課題の成績の細かい分析、実験参加者の感想とfMRIデータとの関係性の検討など複数の視点からさらに詳細なデータ解釈に取り組めます。

また、ここで紹介した作業課題は、より詳細な判断傾向の評価が可能となるような改良を加え、最終的には、個々人の判断スキルを測定可能なソフトウェアの開発に取り組む予定です。

本研究開発の最終的な目標は、判断スキルを向上させる教育訓練手法を開発することですが、このソフトウェアができれば、その教育訓練効果を評価できるものと考えています。RRR

文献

- 1) ローナ・フィリン, ポール・オコンナー, マーガレット・クリチトゥン(著), 小松原明哲, 十亀洋, 中西美和(翻訳): 現場安全の技術, 海文堂, pp.57-94, 2012
- 2) 北村康宏, 井上貴文, 佐藤文紀, 中村竜, 小野間統子, 中川千鶴: 判断ミス防止訓練に向けた意思決定課題の基礎的評価, 鉄道総研報告, Vol.31, No.11, pp.17-22, 2017
- 3) 相馬正史, 都築誉史: 意思決定におけるバイアス矯正の研究動向, 立教大学心理学研究, Vol.56, pp.45-58, 2014
- 4) Emeran A. Mayer: Gut feelings: the emerging biology of gut-brain communication., Nature Reviews Neuroscience, 12, pp.453-466, 2011