



リベットの実験とそれが意識的な意志に対してもつ意味合い

ピーター・G・H・クラーク

(Peter Clarke)

要旨

ベンジャミン・リベットと彼の同僚の有名な実験は、われわれが動く決意をしたことに気づく前にすでにわれわれの脳が随意運動を始めていることを示すものと解釈されてきた。そして、このことは、われわれの意志の有効性に対して疑問を生じさせる。これらの主張には、多くの神経科学者や哲学者によって異議が唱えられてきた。本論では、この問題の議論を紹介し、手引きとなる考察を行う。

科学者の客観的三人称的説明は一つの単一の主体の補完的側面について述べている¹。これに代わる見方としては、心-大脳同一説があり、これによると、心と大脳の活動は同一の実体と考えられ、同一の実体の二つの側面とは考えられない。私は、心と大脳が同一というのは言語学的に問題があるように思われるので、二面的一元論のほうがよいと考えるのだが、結局は、どちらの表現の仕方も、大脳の機能のレベルでは同一の予測をする。

リベットの主張の顕著な側面は、これが、二元論と一元論の主流の見方に反することである。デカルトの二元論は、心の出来事は大脳の出来事に先立つと予測する。非肉体的な心(あるいは、魂など)が、われわれの決断の真の源と考えられるからである。二面的一元論と心-大脳同一理論は、どちらも、心と大脳の出来事が同時に起こると予測する。なぜなら、心のレベルの記述と、大脳のレベルの記述は、補完的(で、どちらも妥当である)と考えられるからである。しかし、もし、大脳の出来事が最初に起こるのならば、これは、随伴現象論、つまり、心の出来事が大脳の出来事の単なる随伴現象であり、何の作因的役割も果たしていないという見方を裏付けるであろう。これは、意識的意志の作因的有効性を否定することになる。

随意運動の神経生理学

一つの運動が随意的であると呼ばれる時、何が主張され何が主張されていないかを明らかにすることは重要である。これらの動きが、定義上、意識的な活動を含むとしても、それは、その運動のあらゆる面が意識的であるとか、意図されているという意味ではない。たとえば、あるテニス選手がサーブする時の動きは随意的であるが、その動きをコントロールするには、小脳その他の個所での多くのサブルーティンが働いている。さらに、意志の意識的な活動が随意運動を開始させると主張することは意志の活動が大方無意識の大脳の作用から生じることを否定するものではない²。

¹ Nagel, T. *The View From Nowhere*, Oxford: Oxford University Press (1986), chap. 3, p. 28; Jeeves, M. & Brown, W.S. *Neuroscience, Psychology and Religion*, West Conshohocken, PA: Templeton Foundation Press (2009).

著者紹介



ピーター・クラーク博士は、2012年までスイスのローザンヌ大学准教授として、解剖学と神経科学を教え、神経の死のメカニズムを研究した。彼の目下の主な関心は、神経科学の哲学的意味にある。彼は、*Science and Christian B* 誌の編集委員であり、ファラデー研究所の諮問委員会のメンバーである。著書に、*Dieu, l'homme et le cerveau* (Croire Pocket, 2012)がある。

動きを意志し、実行する「私」(あるいは自己)とは、何なのだろうか。そのような用語の使用は二元論を含蓄しない。「私」(あるいは自己、心、など)は、通常大脳の活動に具現している(あるいはそこから発生する)と考えられている。

無意識的な運動制御に関わる神経回路は極めて複雑なので、私は、ここで、リベットの実験の理解に必要な簡略化した情報だけを提供する。随意運動は、第一次的に運動皮質(前頭葉の後部にある—図1)で制御されるが、運動皮質は大脳基底核や小脳などの、他の多くの運動中枢と協力して働いている。運動指令は、第一次運動皮質から(そして、ある程度は他の領野から)脳幹と脊髄にある運動神経に送られ、その運動神経が筋肉を制御する。運動の開始とプログラミングは、補足運動野(1)や前補足運動野や頭頂皮質などの多くの領野の活動に依存している。これらの領野は、直接あるいは間接に前運動皮質や運動皮質に入り込んでいる。運動野の電氣的刺激は、運動を生じさせるが、運動する意志は生じない。それと対照的に、頭頂葉の BA-39 と BA-40 の領野での電気刺激は、運動する意志を引き起こすが、運動を引き起こしはしない³。

² reinterpretation of Libet's research?, *Consciousness & Cognition*(1998) 7: 559-595.

³ Desmurget, M., Reilly, K.T., et al. 'Movement intention after parietal cortex stimulation in humans',

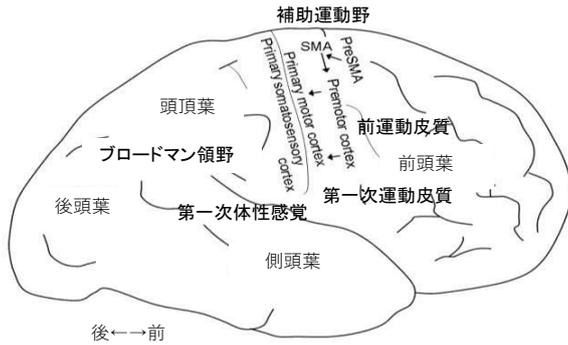


図1. 右から見た大脳皮質。SMA:補助運動野。BA:ブロードマン領野 Premotor cortex:前運動皮質。Primary motor cortex:第一次運動皮質。Primary somatosensory cortex: 第一次体性感覚皮質。

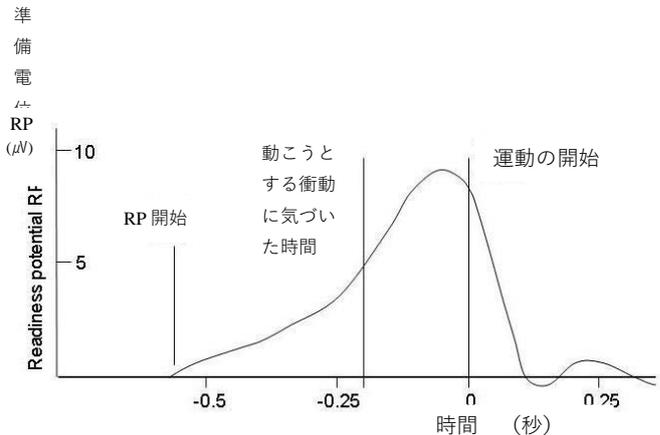


図2 リベットの実験における、自らの随意運動に先行する準備電位を図式化したもの。これらの頭皮に記録された電位はわずか約10ミリボルトで、背景のEEGよりも小さいので、実験者たちは、際限可能な結果を得るために訳40の生の記録データを平均しなければならなかった。われわれは、リベットらに従って、「動きたいという衝動に気づいた時間」という用語と、W(意志)によってそれを示す。

リベットの試験、意識的な意志の役割に疑問を所持させる

リベットの実験の一つの重要な背景は、1960年代にひとつの発見、すなわち、人々が随意運動をする前に、頭蓋骨から運動皮質にかけて測定される電位の緩やかな上昇があり、それは、単純な運動の場合で一秒も前に、複雑な一連の運動の場合にはそれよりさらに前から始まっているとの発見がなされたことである⁴。この電気的変化は準備電位(RP)と呼ばれる。

リベットは、運動や運動しようとする意識的決断と比較したRPの相関的時間に興味を持った。そこで彼は被験者に、指や手首を曲げるなどの単純な動きをしてもらい、オシロスコープのスクリーン上を円運動する点の位置を報告することによって、動こうとする衝動(あるいは、意志や決断)(W)の時間を推定してもらった。被験者は、自分の気の向いた時にいつでもその動きをするように言われ、自分たちが最初に「動きたいという衝動」に気づいた時間に対して細心の注意を払うように言われた。彼は、また、脳波測定器でPRを記録し、動きそのものの時間は筋電図から推定された。リベットは、Wが起る時間は、わずか約200ミリ秒動きの前であるのに対して、RPはずっと早く、通常約550ミリ秒動きの前に始まっている(図2)と結論した。大脳の電位変化が、意識的決断よりも前に起こっているということは、リベットと他の多くの解釈者には、動こうとする意識的決断が、運動の真の作因ではないことを意味すると解釈された。彼らは、意識的な意志は物事を起こすにはあまりに遅すぎるので、随意運動は意識的な意志の結果ではなく、大脳内の無意識の作用の結果起こるに違いないと結論した。このことは、意識的な意志という、われわれの直感的概念は幻想に違いないということの意味するように思われた。

しかしリベットの実験にはひとつ穴があるように思われた。それは、被験者たちには、時間Wと運動の間の200ミリ秒の間にまだその動きに拒否権を発動する力があった。リベットはそこで、運動の開始は意識的な意志の結果ではないが、それに対する拒否権行使は意識的な意志の結果であると論じた。この論はあまり興味を引いてこなかったが、著名な自由意志論哲学者であるロバート・ケインに支持された⁵。

リベットの実験は、かなりの興味と激しい論争を巻き起こし、更なる実験が行われる刺激になった。

リベットの実験中の個々の神経の記録

人間の脳の単一の神経細胞から記録を取ることは、めったに可能にはならないが、時に、てんかん患者において、発作を起こす領域を特定するために埋め込まれた電極を用いてなされることがある。そうして、イツハク・フリードとその協力者たちは、見事にも、リベット実験を行って、てんかん患者の前頭前皮質(特に、RPの初期の部分のほとんどを発生させる補助運動野)の1000以上の神経から記録を取ることに成功した。Wの1.5秒前にはいくつかの神経細胞に発火率の変化(増加にしろ、減少にしろ)があり、その後の1.5秒には、ますます多くの神経細胞が発火率を変化させ、Wの前の千分の何秒の間には約25パーセントの神経が発火していることを彼らは発見した。そして著書で、自分たちの発見は、意志の経験が、認識の数

Science (2009) 324, 811-813.

⁴ Kornhuber, H.H. and Deecke, L. 'Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passiven Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale',

Pflügers Archiv(1965) 284: 1-17.

⁵ Kane, R. The Significance of Free Will, New York / Oxford: Oxford University Press (1996), p. 232.

百ミリ秒前に始まる前運動活動の頂点として起こるとの見方を裏付けると結論している⁶。

リベットの主張への批判

リベット実験は有名で大衆や半大衆向けに書かれたものの中では頻りに受け入れられていたにも関わらず、これについては激しい論争が交わされてきた。実際、リベットの主張を考察した自由意志哲学の専門家はほとんど皆、これを退けた⁷。以下で見るように、批判のほとんどは、衝動に気づいた時間の判定や RP の解釈や、哲学的解釈の困難さに向けられていた。

衝動に気づいた時間の判定の問題

リベットの主張の中心には、準備電位が明白に、時間 W の前に始まったということがある。いくつかのグループが公表したデータは実際にこのことを裏付けているが、批判者たちは、出来事の後での主観的記憶に頼ることに異議を唱えた。この方法は非常に信頼性に欠ける可能性があることを示す証拠があるからである。さらに、アルフレッド・メレ⁸など、自分たち自身でこの実験をやってみた者たちには、W を定義するのが困難であることが分かった。私もこれをやってみたが、誰でも、やってみたい人は、ウェブ上にある「時計」を使って試してみることができる⁹。私がやってみた時、私は、自分が自分の指あるいは手首を動かそうと決意した正確な時間を判定することが非常に難しいと分かった。自分たちの判断の信頼性を数値化することは有益であろうが、純粋に主観的な決断ではそれは困難である。それゆえ、いくつもの研究グループは、それよりも容易に査定できる、知覚的出来事への判断の時間の信頼性を測った。結果は多様だったが、いくつかのグループは、深刻なバイアスを認め¹⁰、リベット実験の解釈に疑問を投げかけた。時間決定についてこれと異なる批判として、ベネットとキンズボーンは¹¹、リベットの実験では時計に対する被験者の主観的意志から時計に注意が移り、その結果、意志の経験が感じられた時と、感じられた時計の針の位置の間に時間的な不整合が生じた可能性があるとして指摘した。

これらの問題を解決するために、松橋とハレットは、時間 W を推定するために一つ別の方法を考案した。彼らは、RP (彼らはこれを BP1 と呼んだ) が W よりも前に起こるのは、被験者の約 3 分の 2 だけであることを発見した。さらに、以下で述べるように偏側性準備電位 (LRP) は常に W の後に起こった¹²。

主観的な時間の判定についての議論を考慮して、マスコミは、『ネイチャー・ニューロサイエンス』誌に発表された一つの論文にかなり注目した。その論文は、リベットに似た実験のパラダイムにおいて大脳のスキャン技術(機能核磁気共鳴 fMRI)を用いたもので、要旨に、「決断はそれが意識に入る約 10 秒前に前頭前野皮質や頭頂皮質の大脳活動において符号化(エンコード)される」との主張を含んでいた¹³。数百ミリ秒をめぐる微妙な議論が多々なされた後での 10 秒は膨大な時間であり、要旨のこの言葉遣いは、主観的時間の点では神経の決断が先立つことがついに実証されたとの印象を与えた。ただし、ジャーナリストやブロガーの中には、論文の全文ではなく、要旨だけを読んでいた(ウェブ上で無料で読めるのは要旨だけなので)人たちがいたように思われる。なぜなら、論文の本文でなされている主張は、はるかに弱く、(左手あるいは右手を使う)意識的な決断の最大 10 秒前に、前頭前野皮質や頭頂皮質の活動が**決断と相関関係をもつ**ことが、60%の正確さの予測結果から言える、ということだからである。これは、非常に異なっている。神経での決断を反映するためには、相関関係は 60%ではなく 100%でなければならないはずである。この論文は、最終的に一つの決断に至る大脳活動について貴重な情報を与えてくれたが、リベットの実験を時間判定についての批判から救うようなことは何もしていない。

時間判定についての総合的結論は、この問題はまだ解決していない、ということにならざるを得ない。

準備電位が行動をする決断を反映しているということについての疑念

リベットの主張は、RP が動こうとする神経の「決断」を反映しているということと、RP の下層にある神経の活動が動こうとする意志と動きの両方の作因となっているということとを前提している。そのような因果性の実証されうとしても、これは、厳密には、リベットの主張を確認するには十分ではない。なぜなら、おそらく、決断は先行する一連の神経事象によって起こされ、RP は、これらの事象のいくつかを反映しているのだが、リベットの主張は明らかに、因果性を前提しているからである。これが、彼らの主張の一部なのだが、実証されてはいないのである。

正確には、時間判定についての議論は RP の端緒に注目しているので、われわれは、RP の最初期の段階について語っている。そのような、決断的、作因的役割を RP のこの最初期の段階に帰することは、驚きに思われる。なぜな

⁶ Fried, I., Mukamel, R. & Kreiman, G. 'Internally generated preactivation of single neurons in human medial frontal cortex predicts volition', *Neuron* (2011) 69: 548-562.

⁷ Bayne, T. 'Libet and the case for free will scepticism', in Swinburne, R. (ed.) *Free Will and Modern Science*, Oxford: Oxford University Press (2011).

⁸ Mele, A. R. *Effective Intentions: The Power of Conscious Will*, New York/Oxford: Oxford University Press (2009).

⁹ There is a suitable clock at http://www.informationphilosopher.com/freedom/libet_experiment.shtml

¹⁰ Danquah, A.N., Farrell, M.J. & O'Boyle, D.J. 'Biases in the subjective timing of perceptual events: Libet et al. (1983) revisited', *Consciousness & Cognition* (2008) 17: 616-627.

¹¹ Dennett, D.C. & Kinsbourne, M. 'Time and the observer', *Behavioral and Brain Sciences* (1992) 15: 183-247.

¹² Matsushashi M. & Hallett, M. 'The timing of the conscious intention to move', *European Journal of Neuroscience* (2008) 28: 2344-2351.

¹³ Soon, C.S., Brass, M., Heinze, H.J. & Haynes, J.D. 'Unconscious determinants of free decisions in the human brain', *Nature Neuroscience* (2008) 11: 543-545.

ら、これは主に SMA(図 1)で始まることであり、SMA は、すでに 30 年以上前から、被験者が複雑な動きを「プログラムする」(想像する)時に、**実際にその動きをしない場合にも**、激しく活性化されることが知られているからである¹⁴。このことは、SMA 内の活動が行動を起こす場合があることを否定するものではない。たとえば、これが電氣的に刺激を受けて活性化される時などには、そのような場合もある。しかし、RP の最初期の段階が必然的に、動こうとする決断の下層にある神経作用を反映しているだろうとは、考えられない。その理由は特に少なくとも 6 つある。

第一に、SMA の電氣的刺激は、運動を引き起こすことはあり得るとしても、動こうとする意志を引き起こすことはあり得ない。それには、頭頂葉の刺激が必要だからである¹⁵。このことは、RP は動こうとする意志を引き起こさないということを示唆する。

第二に、もし RP が真に意識的な意志や運動を引き起こすのならば、実験ごとの RP の変動が、実験ごとの時間 W の変動と相関関係を示すことを予期できるはずである。つまり、初期の RP についての実験には、初期の W があるはずである。ハガードとアイマーは、リベットの実験での異なる値を用いてそのようになるか試してみた結果、ほとんど相関関係はないことが分かり、RP は動こうとする意志や決断の原因ではないと結論した。しかしながら、彼らは、「偏側性準備電位」(LRP:動きに対応する反対側の大脳皮質の RP から動きの側の RP を差し引いた電位)はプラスの相関関係を持つことを発見し、LRP の下層にある大脳作用が、動こうとする意志を引き起こすのかもしれないと示唆している¹⁶。同時に言えるのは、彼らの論文は、リベットの主張を覆すようには見えなかったことである。なぜなら、ここでは、もともと RP に帰されていた役割を LRP が果たしているように見えたからである。しかしながら、LRP は RP よりも後に起こり、上で述べたように¹⁷、しばしば後の実験では、LRP が時間 W よりも後で起こっていることが分かった。

第三に、アルフレッド・メレは、リベットの実験のパラダイムには、RP と動き(および動こうとする意志)の間の因果的影響を推論する試みを損なう欠点があることを指摘した¹⁸。リベットの实验ではいつも、脳波記録のデータの永久記憶は、指か手首の動きによって誘引された。これは、RP を検波するのに必要な平均化の手続きの一部として必要であった。こうしなければ、RP は、EEG で同時に起こっている他の活動によって覆い隠されてしまったであろう。もし、動きがなければ、データは記憶されず、後に動きが続

かない RP は、起こっても、検波されなかったであろう。もし、動きの伴わないそのような RP が起こった場合、RP は、動きを起こすには十分ではない。よりあり得ることは、RP が、動こうとする決断に先立つ大脳の活動の反映だということである。この可能性は、評価しがたい。なぜならば、平均化の過程は、動きによって定義された瞬間に誘発されなければならないからである。

第四に、ヘルマンらの実験は、RP が因果的に決断や動きと関係しているとの解釈に更なる疑いを投げかけた¹⁹。この実験の研究者たちは、リベットの実験のパラダイムを修正した形で用い、被験者たちは、提示された刺激に従って一つまたは二つのボタンを押すように指示された。リベットの実験の時のように、RP が、運動反応よりもずっと以前に起こった。しかし、重要なことに、これは、刺激が提示されるより前でさえもあった。それゆえ、明らかに、これはどちらのボタンを押すかについての決断を反映するものではなかった。彼らの論文には、RP は特に運動を決定してはいないが、一般的な期待を反映しているかもしれないと論じられている(これは、実際、コルンヒューベルとデーケがもともと考えたことである。そもそも RP(準備電位)との呼び名が、これが、決断ではなく準備の状態を反映していることを示している)。

第五に、トレベナとミラーは、リベットの実験の修正形を考案し、被験者が、動くか動かないかを任意に決断するようにした。そして、動く決断の場合に動かない決断の場合よりも RP が強いということは全くないという結果を得た。これは、RP が動こうという神経の決断を反映するとすれば、考えられないことである²⁰。

第六に、計算解析の結果は、動こうとする神経の決断は RP の時間経過の非常に後期に起こるのであって、初めに起こるのではないと示唆している²¹。

哲学的解釈についての論争

たとえリベットの主張が受け入れられたとしても—この主張が多大な議論の的であることは見てきたとおりであるが—さらに、哲学的解釈についても論議がなされている。

私は本論で、系統的に、「自由意志」ではなく、「意識的な意志」という用語を用いてきた。「自由意志」の持つ、より広範な哲学的連想を避けるためである。しかしながら、リベットの主張の支持者の多くは、リベット自身も含めて²²、「自由意志」という用語を用いてきた。このことは更なる論争を巻き起こしてきた。なぜなら、多くの批判者は、リベットの实验のパラダイムが自由意志の問題とは無関係だと論じて

¹⁴ Roland, P.E., Larsen, B., Lassen, N.A. & Skinhoj, E. 'Supplementary motor area and other cortical areas in organization of voluntary movements in man', *Journal of Neurophysiology* (1980) 43: 118-136.

Haggard P. & Eimer M. 'On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements', *Experimental Brain Research* (1999) 126: 128-133.

¹⁵ Desmurget et al. op. cit., (7).

¹⁶ Haggard P. & Eimer M. 'On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements', *Experimental Brain Research* (1999) 126: 128-133.

¹⁷ Mayduhsdhi & Hallett op.cit., (16)

¹⁸ Mele op cit., (12).

¹⁹ Herrmann, C.S., Pauen, M., Min, B.K., Busch, N.A. & Rieger, J.W. 'Analysis of a choice-reaction task yields a new interpretation of Libet's experiments', *Intl J. Psychophysiol.* (2008) 67, 151-157.

²⁰ Trevena, J. & Miller, J. 'Brain preparation before a voluntary action: evidence against unconscious movement initiation', *Consciousness & Cognition* (2010) 19, 447-456.

²¹ Schurger, A., Sitt, J.D. & Dehaene, S. 'An accumulator model for spontaneous neural activity prior to self-initiated movement', *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* doi:10.1073/pnas.1210467109 (2012).

²² Libet, B. *Mind Time*, Cambridge Mass / London, UK: Harvard University Press (2004).

きたからである。われわれが自由意志について語る時、われわれは通常、多様な選択肢の中からの選択のことを言っており、そこにはしばしば道徳的な含意もあり、また、その選択は、しばしば、何分間か何時間か何日かの念入りな熟慮を要する。リベットの実験は、その正反対である。被験者は、道徳的な決断をしているのではなく、**動くか否か**さえも決断していない。ただ、**いつ動くかを決断するだけ**である。さらに、被験者は、考えずに意識せずに動くように特に指示され、リベットらは最初の論文(1983年)では、はっきりと、彼らの結論は、無意識的に素早くなされる動きにのみ当てはまると指摘している²³。それゆえ、われわれが、リベットの実験で指か手首の動きが意識的な意志の結果ではないとの議論の余地ある主張をわれわれが受け入れたとしても、この結論は、自由意志という言葉が通常用いられているような状況に自動的に拡大して当てはめられるわけにはいかない。

もう一つの問題は、反自由意志の解釈を支持する人たちが、幾分周縁的な自由意志概念を念頭に語っているように見えることである。たとえば、自由意志の神経科学についてのレビューで、リベットの元共同研究者で、反自由意志解釈の主唱者である神経生物学者ハガードは、大脳の回路が「不特定の何にも起因しない要因(「意志」)」に影響されている可能性について語っている。ハガードは、この見方を退け、この記事の結論として、「現代の神経科学は、自発的行動が特定の大脳作用に基づいているとの見方に移ってきている」²⁴と述べている。これは、「現代の神経科学」が、自由意志という幻想に徐々に勝利しつつある、というような印象を与えるが、それは、少なくとも二つの理由で混乱を招く。第一に、意志を「何にも起因していない要因」と考えているのは、現代の哲学者の中ではほんのわずかの少数派であり、そのような周縁的な定義を用いる必要はない。第二に、現代の神経科学が「自発的行動が特定の大脳作用に基づいているとの見方に移ってきている」との言い方は奇妙である。なぜなら、この見方は、すでに半世

紀以上にわたって、神経科学の標準的見方になっているからである。同じレビューでハガードは、リベットの実験は「『自由意志』の日常的概念の誤りを証明しているようだ」と述べているが、彼の「日常的概念」への言及は、誤りの証明が、より精緻な哲学的自由意志概念には当てはまらないということを示唆する。

結論

リベットの1983年の実験は、指か手首を曲げる大脳活動(RP)は、被験者が自分の決断(あるいは衝動または意志)に気づく数百ミリ秒前に起こっていると報告した。これは、議論を巻き起こしながら、われわれの意識的な意志が動きを開始させるというわれわれの主観的な印象は幻想である、と示唆しているように解釈されてきた。リベットはこの解釈を受け入れたが、意識的な意志は、やはり、開始された運動を差し止めるのには真の役割を果たせると論じた。

多くの神経科学者とほとんどの哲学者は、この主張が意識的な意志の非有効性を想定する点に意義を唱えており、本論はその議論を要約している。神経生態学のレベルでは、動こうとする決断に気づく時間よりも前に、動きを引き起こすのに十分な神経の「決断」が起こるということは説得力のあるだけ示されていない。たとえ、これが示され得たとしても、それが多くの哲学者に擁護されている自由意志の概念を覆すことはないであろう。

謝辞

マルティン・フレイムとスチュアート・ジャッジには、本論の草稿に有意義なコメントをいただいた。感謝する。

(本論は Peter G.H. Clarke, “The Libet experiment and its implications for conscious will,” *Faraday Paper 17* (2013) の全訳である)

²³ Libet et al. *op. cit.*, (1).

²⁴ Haggard, P. ‘Human volition: towards a neuroscience of will’, *Nature Reviews Neuroscience* (2008) 9: 934-946.