

スポーツ脳震とう関連研究の動向

本間 央之

概要

近年、脳科学研究は、分子・細胞から個体・社会、あるいは疾患から認知・行動まで、様々な分野に広がっている。そうした中、オバマ大統領が2013年4月に発表した『BRAIN イニシアチブ』をはじめとした脳科学研究プログラムは、世界的に盛り上がりを見せている。特に米国では、アメリカンフットボール等によるスポーツ関連の脳震とうが、世間の注目を集めている。社会的関心に応えるかたちで多額の資金が脳損傷研究に投じられ、その研究成果により新たな知見も得られつつある。米国神経学会は2013年3月、これまでのエビデンスに基づいてスポーツ脳震とうガイドラインを改訂するとともに、リスクを最小化するための法規制を強く促す声明を発表した。一方、我が国では、中学校、高校の主要部活動において、柔道による死亡率が最も高い。その主因は頭部外傷であり、脳震とう発生率も高いものと推定される。我が国でも、医学・医療とスポーツ・教育現場の間の積極的な橋渡しが必要であり、エビデンスの収集と分析とともに、実用的な脳震とう対策の導入が望まれる。対策の進歩のために、未だ不十分な障害の予知・予防や治療につながる研究は重要である。

キーワード：脳神経系疾患，スポーツ医学，脳科学，保健政策，教育

1 はじめに

近年、脳科学研究は、分子・細胞から個体・社会、あるいは疾患から認知・行動まで、様々な分野に広がりを見せている。そうした中、オバマ大統領が2013年4月に発表した『BRAIN イニシアチブ』をはじめとした脳科学研究プログラムは、世界的に盛り上がりを見せている。同イニシアチブは、脳機能の解明と、新たな治療法・予防法の発見のため、米国国立衛生研究所(National Institutes of Health: NIH)、国防高等研究計画局、国立科学財団が支持する研究に、2014年度は約1億ドルを投じる予定であり、さらに民間団体も関連投資をする¹⁾。最近、特に米国では、脳関連の傷病の中で、スポーツ関連の脳震とう(concussion)が世間の注目を集め、研究成果の活用もなされている。本稿ではその概要を、我が国固有の課題とともに紹介する。

米国でのスポーツ関連の外傷性脳損傷(traumatic

brain injury: TBI)による2001～2009年の19歳以下の救急治療部来院推定年間件数は平均173,285件で、1位自転車、2位アメリカンフットボール(アメフト)、3位遊び場、4位バスケットボール、5位サッカー、6位野球であった²⁾。頭部を強打するボクシングは、特に問題視されてきており、各国の医師会・小児科学会から、ボクシングについての反対等の声明が出されてきている³⁾。中でも米国医師会と米国神経学会(American Academy of Neurology: AAN)は1984年、ボクシング禁止の立場を表明したが、複雑な背景の社会的困難さからその後あきらめ、安全のために関与する方針に転じている^{4, 5)}。米国では、スポーツ関連の脳震とうが、年間160～380万件発生していると推定されるが、多くは速やかな診察を受けておらず、問題として認識され、取り組みがなされている⁶⁾。

特に最近、アメフトの話題から、脳震とうへの社会的関心が高まっている。米国で圧倒的に一番人気が高いプロスポーツリーグであるナショナル・フッ

トボール・リーグ (National Football League : NFL) が、脳震とうの危険性を長年に渡って隠し、安全措置を怠っていたとして、元選手の約3分の1に当たる約4,200名から、集団訴訟を起こされている⁷⁾。また2012年は、NFLの元スター選手や現役選手の自殺や事件・事故が相次ぎ、脳震とうとの関連も指摘されている⁸⁾。

脳震とうは、TBIの一種であり、脳構造というより脳機能を変化させる^{6,9)}。打撲に限らず、頭が激しく動かされることによって生じる。影響は通常一時的であるが、頭痛が生じたり、脳機能に問題を生じたりする。ほとんどの脳震とうは、意識消失をとまわず、CTや通常のMRIでは異常所見を認めない。完全に回復するまでの間、脳は損傷を受けやすくなる。若年者は成人と比べて、回復に時間がかかる。長期的あるいは重度の障害となる可能性があるため、すみやかに認識し適切に対処することが重要である。「頭を打っていないから、あるいはCTで異常がないから、脳震とうではない」等の誤解のないことが、理解の第一歩である。

2 米国での脳損傷研究の推進

2-1 元NFL選手に高リスクな脳神経系疾患・障害

米国疾病対策予防センター (Centers for Disease Control and Prevention : CDC) の国立労働安全衛生研究所は2013年1月、NFL選手の脳神経系疾患についての要約報告を発表した¹⁰⁾。1959-1988年間に5シーズン以上プレーした全選手3,439名のうち、2007年時点で90%は生存しており (大部分は55歳以上)、2013年時点で平均的米国人男性より長生きであることがわかった。一方、脳神経系疾患で死亡するリスクは、一般米国人男性に対して、筋萎縮性側索硬化症とアルツハイマー病 (Alzheimer's disease : AD) で4倍であった。

また、ボストン大学の研究者らは2012年12月、繰り返しの脳震とう既往歴のある85名の死亡者 (男性84名、14-98歳、平均54.1歳) の脳を調べた結果、68名 (17-98歳、平均59.5歳) に、進行性タウオパシーの一種である慢性外傷性脳症 (chronic traumatic encephalopathy : CTE) を発見した (対照の脳震とう既往歴の無い認知機能正常者18名には無し)^{11,12)}。これまでで最大のCTE症例シリーズである。CTEが発見された68名のうち、64名は競技者であり、そのうち49名は元プロまたは大学・

高校までのアメフト選手であった。CTEは、脳震とうおよび無症候性の準脳震とう (subconcussion) を含む反復性頭部外傷既往歴のある競技者に生じ、興奮性、衝動性、攻撃性、うつ、記憶障害、自殺傾向の高まりと関連する。進行すると、認知症、歩行・発話異常、パーキンソン病 (PD) を含む重度の神経学的変化につながり、元々パンチドランカーでの発症が知られていた。タウオパシーとは、神経軸索内の微小管結合蛋白質タウが異常リン酸化され、不溶性凝集体を形成し異常蓄積することによって、神経原線維変化を引き起こすことにより生ずる神経変性疾患の総称であり、代表的疾患はADである。したがって、ADとCTEの研究は、相互に役立つ可能性がある。

米国クリーブランド・クリニックの研究者らは2013年3月、脳震とうと診断されない程度の軽度頭部打撃の反復が、認知変化につながるメカニズムについて報告した¹³⁾。すなわち、血液脳関門破壊により漏出した脳内蛋白質に対する免疫応答が生じることで認知変化が起こる可能性を示した。脳震とう未経験の大学アメフト選手の、試合中の頭部打撃を映像と質問票で調べ、頭部打撃が、血液中のアストロサイト蛋白質、さらにはその蛋白質に対する自己抗体の上昇につながることを示された。そして、自己抗体と、神経損傷および認知変化との関係も調べ、相関を見出した。ここで、白質 (神経線維) の破壊は、MRIの拡散テンソル画像で測定している。

準脳震とうのエビデンスの蓄積は浅いが、サッカーでのヘディングによる認知機能障害の可能性も示唆されており¹⁴⁾、今後の研究が注目される。脳震とうの結果生ずる、知らない間に進行し発症する一連 (スペクトラム) の慢性障害は重要な問題であるが、研究はまだ緒に就いたばかりである¹⁵⁾。

2-2 脳損傷研究への投資

NFLは2013年3月、MRIを開発する会社とスポーツ用具会社とともに、脳震とうの画像診断の改善に焦点をあてた研究プログラム『Head Health イニシアチブ』を立ち上げ、4年で6,000万ドル投資することを発表した¹⁶⁾。繰り返しの脳震とうにより生ずるタウ蛋白質の蓄積を画像診断する承認された方法はまだないが、Siemens社が開発したタウ結合化合物を用いたPETスキャンは期待できる。一方、NIHは何十年にもわたり、年間約8,000万ドルをTBI研究に提供しているが、診断と比べて治療には十分に研究費が投入されておらず、治療薬および予防薬は、臨床使用に進んでいない¹⁶⁾。

またNFLは2012年、スポーツ関連頭部損傷研究のために、NIHに3,000万ドルを寄付することにした。NIHは、このうち1,000万ドルをCTEの研究に使用する予定である¹⁶⁾。

一方、米国国防総省は、イラク等での爆発により兵士がCTEに苦しむ兆候が見られることから、既に7-8億ドルをTBI研究に投入した¹⁶⁾。NFLは、より良いヘルメットの開発に向けて、米軍等と協力している¹⁷⁾。さらに、NFLとは別に、NFL選手会は2013年1月、選手の健康についての10年間の研究のために、ハーバード・メディカルスクールに1億ドルの助成金を出している¹⁷⁾。

るために、AANは2013年3月、スポーツ脳震とうの評価と管理についての1997年のガイドラインを改訂した⁶⁾。1955年から2012年6月までの文献上のエビデンスを、修正GRADE法^{注1)}を用いて系統的にレビューし、修正デルファイ法によって推奨レベルを決定した。エビデンスの分析結果の主要なポイントは、図表1の通りである（診断ツールについては補足ファイル参照）。

3-1-2 推奨実施事項

上記のエビデンス分析を受け、推奨レベルの高い推奨実施事項が示された。特に重要なポイントは、図表2の通りである（他の主要なポイントは補足ファイル参照）。ここで、経験豊かな有資格ヘルスケア提供者（licensed health care provider：LHCP）とは、脳震とうの評価と管理についての知識と技能を習得し、実践している者を指す。

3 スポーツ脳震とうガイドライン改訂への取り組み

3-1 米国神経学会（AAN）のスポーツ脳震とうガイドライン改訂

3-1-1 エビデンス分析

米国では、脳震とう関連の研究成果を実践適用す

図表1 エビデンスの分析結果

ポイント	内容
リスクを増減させる因子	アメフト、ラグビーが高リスクである。サッカーやバスケットボールでは、女性の方が高リスクである。ラグビーのヘッドギアは保護効果がある。マウスピースやサッカーでのヘッドギアの有無、およびアメフトのヘルメットの種類については、違いを見出せない。また、年齢や競技レベルについてのエビデンスは不十分である。
診断ツール	脳震とうの疑いのある競技者の脳震とうの同定、および脳震とうの疑いのある競技者のうち重度あるいは長期障害のリスクの高い者の同定に有用な、医療従事者でない人も使用可能な、SAC（Standardized Assessment of Concussion）やBESS（Balance Error Scoring System）といった各種診断ツールがレビューされ、正確さ（感度と特異度）等が示された。
臨床学的予測因子	最初の脳震とうから10日間は、脳震とうを繰り返すリスクが高い。脳震とう既往歴は、症状と認知障害の重度／長期継続と関連し、多くのプロスポーツで慢性神経行動障害のリスク因子となる。但し、サッカーでのヘディングとの関連は、エビデンス不十分である。ADの代表的なリスク因子でもあるAPOEε4遺伝子型は、脳震とう後の慢性認知障害と関連しているようである。
治療介入	脳震とうからの回復を促進する、あるいは脳震とうの再発リスクを減ずる、あるいは長期の後遺症を軽減する介入については、結論が引き出せない。

出典：参考文献6を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 推奨実施事項

参加前カウンセリング	経験豊かなLHCPが学校職員を教育し、親や競技者に正確な情報を伝えられるように脳震とうの危険性を理解させるべきである。	
競技者の管理	脳震とうの疑いのある者	・ チームの職員（コーチ、トレーニングスタッフ、LHCP等）は、即時に競技から外す。 ・ 経験豊かなLHCPによって評価されるまで、競技に復帰させてはならない。
	脳震とうと診断された者	・ 監督する者は、LHCPが脳震とうが無くなったと判断を下すまで、あるいは症状が無くなり医療から離れるまで、競技および接触リスクのある練習への復帰を禁止する。 ・ 高校生がそれより若い場合、競技復帰により慎重になるべきである。

出典：参考文献6を基に科学技術動向研究センターにて作成

注1 GRADE：エビデンスの質と推奨の強さを格付けするアプローチ。世界保健機関（WHO）、CDC、英国国立医療技術評価機構（NICE）等が採用している。

3-2 AANのスポーツ脳震とう対策についての声明

AANは、スポーツ脳震とうガイドライン改訂に伴い、特に発達期の脳への震とうの影響を憂慮し、州と地方の政策立案者に、スポーツ脳震とう発生を最小化するための法律施行と規制を強く促す声明を発表した¹⁸⁾。ワシントン州で2009年に通過した法律を模範として支持し、次の要素を含めることを推奨する（追加推奨事項は補足ファイル参照）。ちなみに、2013年4月までに、47州とワシントンD.C.で、若者のスポーツ脳震とうに関する法律が通過した¹⁹⁾。

- 脳震とうとその悪影響への、競技者、親、コーチの認知を改善するため、教育努力を最大化する。AANは、CDCの『注意喚起：若者のスポーツ脳震とう』のコーチと親のためのオンライン・トレーニングコース⁹⁾等の強力な教材を支持する。
- 脳震とうの疑いのあるいかなる競技者も、重症度に関係なく、試合や練習から即時に外す。
- 脳震とうの評価と管理について適切に訓練された、神経科医等のLHCPが、若年競技者の競技復帰判断をしなくてはならない。高校に認知された競技団体だけでなく、他の団体によって運営されている娯楽リーグでもそうである。

3-3 スポーツ脳震とう国際会議における合意声明の改訂

2012年11月に開催された第4回スポーツ脳震とう国際会議での審議に基づく合意声明が、2013年3月前後に5誌に発表された²⁰⁾。4年ぶりの改訂であり、内容はAANのスポーツ脳震とうガイドラインに類似している。特に以下に示すようなポイントが前面に出されている。

- 推奨診断ツール：SCAT3 (Sports Concussion Assessment Tool 第3版)^{注2)}を推奨する。5-12歳の診断には子ども用SCAT3、非専門家向けにはポケットCRT (Concussion Recognition Tool)を推奨する。
- 段階的競技復帰：競技復帰までには、段階的なリハビリテーションの手順を踏むことを推奨する。すなわち、①活動なし、②軽度有酸素運動、③スポーツ特異的運動、④接触プレーのないト

レーニング、⑤接触プレーを含む練習、⑥競技復帰、の順となる。

4 我が国の学校スポーツにおける脳震とう対策の必要性

4-1 柔道での対策の必要性が高い

我が国の学校におけるスポーツ事故の発生件数や発生確率を分析し、効率的なリスク低減の方向性を検討している事例がある²¹⁾。(独)日本スポーツ振興センター (Japan Sport Council: JSC) のデータによると、2001-2010年度の中学校の主要部活動の中で、柔道の死亡率は突出して1位であり、高校においても1位であった (図表3)。死亡率や死亡率を軸に考えると、柔道の事故防止は最優先であるとしている。

さらに、学校の管理下で、柔道 (部活動や保健体育科) による死亡事故は、1983-2011年度の29年間に118件発生 [中学校40件、高校78件] し、その内訳は下の通りである。

- 中学校、高校のいずれも、1年生すなわち初心者で事故が多発 [中学校52.5%、高校65.4%]。
- 部活動が大多数 [中学校92.5%、高校83.3%]。
- 柔道固有の動作に起因する頭部外傷による死亡が過半数 [中学校75.0%、高校59.0%]。

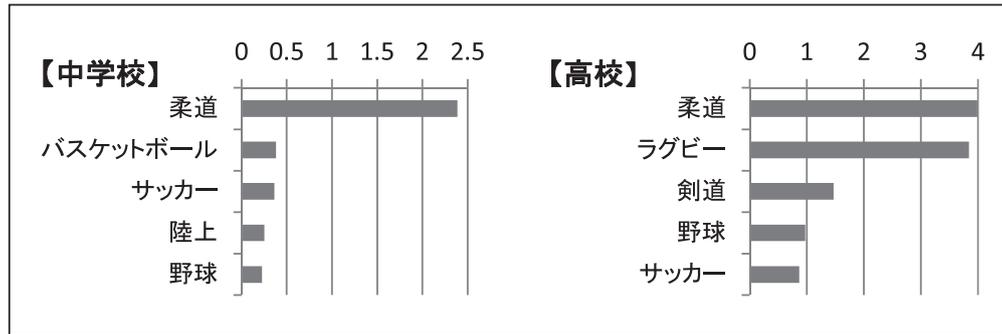
しかし、頭部外傷だけではなく、熱中症においても、柔道は他の競技を凌ぐ高い死亡率を有していることから、広い視野から検討されることが急務としている。

また、中学校での柔道負傷事故のJSC名古屋支所の個票データ3,004件の分析によると、保健体育は部活動に対し、延べ時間数の少なさのわりに負傷事故が多く (時間当たり約1.7倍)、頭部を負傷する割合が高い (図表4左)。また、保健体育では男子よりも女子の方が頭部外傷に至る可能性が高い (図表4右)。2012年度から完全実施された中学校武道必修化において、女子の指導には、よりいっそうの配慮が求められるとしている。

保健体育での柔道は、競技レベルの低さによる安全性より、指導者と生徒の指導と技能のレベルの低さによる危険性が上回っている面があるのかもしれない。

注2 SCAT3: SACや修正BESS等を含む診断ツールのセットであり、国際サッカー連盟 (FIFA)、国際アイスホッケー連盟 (IIHF)、オリンピック、国際ラグビー評議会 (IRB)、国際馬術連盟 (FEI) 等が採用している。

図表3 中学校、高校の主要部活動における死亡率（10万人当たり）：上位5競技
2001-2010年度の10年分



出典：参考文献 21 を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表4 中学校柔道での頭部負傷の割合

	負傷事故中の頭部負傷割合		授業での負傷事故中の頭部負傷割合
授業	10.7% (1,118件中120件)	男子	10.3% (946件中97件)
部活動	4.2% (1,886件中80件)	女子	13.4% (172件中23件)

出典：参考文献 21 を基に科学技術動向研究センターにて作成

4-2 柔道での安全対策への取り組み

以上、学校スポーツにおいて、柔道に対しては、頭部を中心に優先的な安全対策が必要であろうことがわかってきた。

初心者が初心者を教えることになる武道必修化を懸念し、長年死亡者の発生がない欧米諸国の柔道の安全対策を検討して、事故原因と死因を究明する制度や指導者の資格認定制度の確立を唱える有識者もいる（柔道人口が日本の約3倍のフランスでは国家資格^{22,23)}）。

我が国のみに柔道事故が多発する現状を、スポーツ医学の諸外国からの遅れとスポーツ精神の問題ととらえ、次の安全対策を挙げている事例もある：①脳震とうを甘くみない＝最大限のケア、②指導者への医学的知識の啓蒙と認定（ライセンス）制度、③脳神経外科の介入、④脳震とう時における復帰のガイドラインの作成、⑤マウスガードの導入²⁴⁾。

全日本柔道連盟の『柔道の安全指導 2011年第三版』や、文部科学省の2012年3月の通知『武道必修化に伴う柔道の安全管理の徹底について』²⁵⁾の資料『柔道の授業の安全な実施に向けて』には、脳震とうについての記述がある。文部科学省は、事故調査を含めた体育活動中の事故防止に関する報告書も2012年7月に公表しており、知識の普及・浸透が期待される^{26,27)}。文部科学省の2013年度の『スポーツ指導者の資質能力向上のための有識者会議』でも、新しい時代にふさわしいコーチングが話し合われた。

5 おわりに

ニューヨーク・タイムズ紙は2013年4月、我が国の学校柔道事故問題を取り上げた²⁸⁾。そこで言及された、植物昏迷状態となった高校生に関する裁判の2013年2月の判決においては、2008年の事故発生時、脳震とう後の競技復帰の危険性に関する医療従事者の知見は、教育現場では前提とされず、学校への賠償請求は棄却された²⁹⁾。しかし、スポーツ脳震とうに関して、世界での認識が変わりつつある現在、我が国においても、スポーツ現場での脳震とうの危険性に関する知識の欠如は、許容されなくなりつつある（2013年7月の控訴審判決では、2月の判決を取り消し、約1億8千7百万円の賠償命令が下された）。

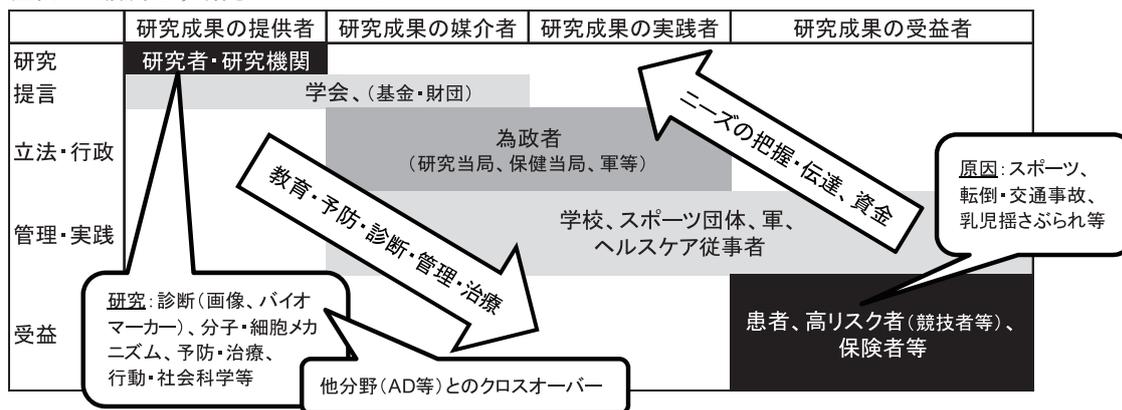
文部科学省等の取り組みを出発点として、前述のAANや国際スポーツ脳震とう会議のガイドラインや声明を採り入れ、我が国の事情に合わせた、これまで以上の脳震とう対策を目指すことが望まれる。

AANが前述の声明でも推奨している、CDCによるコーチのためのトレーニングコース⁹⁾は、インターネットを通じて誰もが利用でき、実践的で分かりやすい。子どものスポーツ現場のドラマ、解説、クイズからなる動画であり、最後に修了書がもらえる。親や競技者のためのファクト・シート、ポスター、クイズも用意されており、模範的な教材であろう。

スポーツ脳震とうに関しては、多くの海外のエビデンスはあるものの、我が国固有のスポーツ・教育事情があり、独自のエビデンスの収集と分析が必要な部分もある。我が国の医学・医療とスポーツ・教育現場の間の橋渡しは、まだ十分とは言えないが、今後の適切な政策の立案と実行は、武道を含むスポーツのより良い発展につながるものと期待される。

図表5に脳震とう研究のステークホルダーとそれぞれの役割の関係を示す。重度あるいは長期の障害の予知・予防法あるいは治療法の開発につながるよう、AD等の他疾患研究ともクロスオーバーしながら、脳画像解析や分子メカニズム解明等の研究開発を進めることは重要であり、そのためには、関係者の連携が必要である。

図表5 脳震とう研究のステークホルダー



補足ファイル：<http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-STT137-Supplement.pdf>

参考文献

- 1) "BRAIN Initiative challenges researchers to unlock mysteries of human mind." The White House 2013年4月：
<http://www.whitehouse.gov/blog/2013/04/02/brain-initiative-challenges-researchers-unlock-mysteries-human-mind>
- 2) "Nonfatal traumatic brain injuries related to sports and recreation activities among persons aged ≤19 years—United States, 2001–2009." MMWR 2011;60(39):1337-1342.
- 3) "Policy statement—boxing participation by children and adolescents." Pediatrics 2011;128(3):617-623.
- 4) Alessi AG, et al. "Protecting the brain in sports: What do we really know?" Neurology 2013 Published online before print doi: 10.1212/WNL.0b013e31828d9c13.
- 5) Rowland LP. "Why haven't we banned boxing?" Neurology Today 2006; 6(23):5-6.
- 6) Giza CC, et al. "Summary of evidence-based guideline update: evaluation and management of concussion in sports: report of the guideline development subcommittee of the American Academy of Neurology." Neurology. 2013 Mar 18. [Epub ahead of print]
- 7) "Important court date for players' legal action against NFL." U.S. Department of Health and Human Services 2013年4月 <http://healthfinder.gov/News/Article.aspx?id=675261>
- 8) 『米最大の人気スポーツ、NFLを揺るがす脳振盪問題』日本経済新聞 2012年12月：
<http://www.nikkei.com/article/DGXZZO49472920S2A211C1000000/>
- 9) "Heads up: concussion in youth sports." CDC 2013年5月：<http://www.cdc.gov/concussion/HeadsUp/youth.html>
- 10) "Brain and nervous system disorders among NFL players." NIOSH 2013年1月：http://www.cdc.gov/niosh/pgms/worknotify/pdfs/NFL_Notification_02.pdf
- 11) McKee AC, et al. "The spectrum of disease in chronic traumatic encephalopathy." Brain. 2013;136(Pt 1):43-64.
- 12) Center for the study of traumatic encephalopathy (CSTE), Boston University 2013年5月：<http://www.bu.edu/cste/>
- 13) Marchi N, et al. "Consequences of repeated blood-brain barrier disruption in football players." PLoS ONE 2013;8(3): e56805. doi:10.1371/journal.pone.0056805.

- 14) Zhang MR. "Evidence of cognitive dysfunction after soccer playing with ball heading using a novel tablet-based approach." PLoS One 2013;8(2):e57364.
- 15) Jordan BD. "The clinical spectrum of sport-related traumatic brain injury." Nature Reviews Neurology 2013;9:222-230.
- 16) Underwood E. "NFL kicks off brain injury research effort." Science 2013;339:1367.
- 17) "NFL looks to helmet technology to combat concussions." National Geographic 2013年2月 : <http://news.nationalgeographic.com/news/2013/13/130202-football-concussions-nfl-super-bowl-safety-head-injuries-health/>
- 18) "Position statement: sports concussion." AAN 2013年3月 : <http://www.aan.com/globals/axon/assets/7913.pdf>
- 19) "Get a heads up on concussion in sports policies." 2013年6月 CDC : <http://www.cdc.gov/concussion/policies.html>
- 20) McCrory P, et. al. "Consensus statement on concussion in sport: the 4th international conference on concussion in sport held in Zurich, November 2012." British Journal of Sports Medicine 2013;47(5) : 250-267. 他4誌に同一内容を掲載
- 21) 『柔道事故データブック 2012』 学校リスク研究所 2012年8月 : <http://www.dadala.net/statistics/judo.html>
- 22) 二村雄次 『柔道による子どもの教育と死亡事故—西欧との比較—』 季刊教育法 2011;168:19-25.
- 23) 二村雄次 『中学の武道必修 柔道に「待て」』 朝日新聞 2011年7月5日
- 24) 野地雅人 『柔道による脳損傷の現状：最近27年間で110名以上の柔道死亡事故』 神経外傷 2011;34:70-79.
- 25) 『武道必修化に伴う柔道の安全管理の徹底について』 文部科学省 2012年3月 : http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/judo/index.htm
- 26) 『学校における体育活動中の事故防止について（報告書）』 文部科学省 2012年7月 : http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/jyujitsu/1323968.htm
- 27) 『体育活動中の事故防止に関する調査研究における海外調査（報告書）』 三菱総合研究所 2012年3月 : http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/jyujitsu/1323969.htm
- 28) "Japan confronts hazards of judo." New York Times 2013年4月 : <http://www.nytimes.com/2013/04/18/sports/japan-confronts-hazards-of-judo.html?ref=global&r=0>
- 29) 『平成25年2月15日判決言渡 平成22年（ワ）第3461号 損害賠償請求事件』 裁判所 : <http://www.courts.go.jp/hanrei/pdf/20130306171531.pdf>

..... **執筆者プロフィール**



本間 央之

科学技術動向研究センター 特別研究員

<http://www.nistep.go.jp/>

博士(医学)。免疫やがんの創薬研究に従事し、2012年11月より現職。長年にわたり、生命・社会の自己組織化および 'disruptive innovation' (胚盤胞補完法による臓器作製、標的構造の制約や送達の限界を突破する創薬等) に関心を持つ。