

# ICTによる体操競技の採点支援と 3Dセンシング技術の目指す世界

## ICT to Assist Gymnastics Scoring and 3D Sensing Technology for the Future

● 藤原英則      ● 伊藤健一

---

### あらまし

2020年には国民の三人に一人が高齢者になると推計されている日本では、スポーツ庁が中心となって、ヘルスケア・健康増進などの分野からもスポーツを日本の主要産業の一つにしようとする動きが始まっている。海外ではスポーツビジネスが巨大な産業となっていることから、政府は日本のスポーツ市場規模を2025年までに15兆円に拡大することを目標に掲げた。この市場拡大に大きな期待が寄せられるスポーツIoTの領域で注目されているのが、3Dセンシングである。富士通は、国際体操連盟および日本体操協会との共創により、3Dセンシング技術を用いた体操競技の採点支援に取り組んでいる。

本稿では、3Dセンシング技術による価値創出と目指す世界、および同技術の国際標準化に向けた取り組みについて述べる。

### Abstract

A third of the Japanese population is estimated to become elderly by 2020. Led by the Japan Sports Agency, initiatives have launched to make sports one of the country's major industries in connection with the areas of healthcare and health promotion. Given that the sports business is a big industry overseas, the Japanese government aims to grow the sports market to 15 trillion yen by 2025. 3D sensing technology is drawing attention in the area of IoT for sports, which is considered important for this market expansion. Fujitsu is pursuing the development of 3D sensing technology to assist gymnastics scoring systems in collaboration with the International Federation of Gymnastics and the Japan Gymnastic Association. This paper describes the value and the world to be created through the 3D sensing technology, and gives accounts of the efforts to standardize it internationally.

---

## ま え が き

東京オリンピック・パラリンピック競技大会（以下、東京2020大会）が開催される2020年における日本の高齢化率は29.1%とされる。2035年の高齢化率は33.4%に達し、国民の三人に一人が高齢者になると推計されている<sup>(1)</sup>

こうした状況の中、医療費をはじめとする社会保障費の増大が大きな問題になってきており、健康寿命を延ばすための3要素とも言われる「スポーツ」「栄養」「社会参加」に関する意識が高まっている。これに対する政府の動きも活発になっており、2015年に新設されたスポーツ庁が中心となって、官民が連携してヘルスケア・健康増進などの分野からも、スポーツを日本の主要産業の一つにしようとする動きが始まっている。

欧米諸国においては、スポーツを有望産業と捉え、プロスポーツリーグ、スタジアムやアリーナの施設整備、健康や体力作りのためのスポーツ関連市場など、様々な分野に対して積極的な投資が行われている。このように、スポーツビジネスが巨大な産業となっていることから、日本のスポーツ市場規模（2012年5.5兆円）を2025年までに15兆円に拡大することが政策目標に掲げられた<sup>(2)</sup>（図-1）。

この市場拡大に大きな期待が寄せられている技術がIoTであり、1.1兆円のスポーツIoT新市場が期待されると政府は試算している。このスポーツIoTの領域で注目されているのが、3Dセンシングである。富士通は、国際体操連盟および日本体操協会

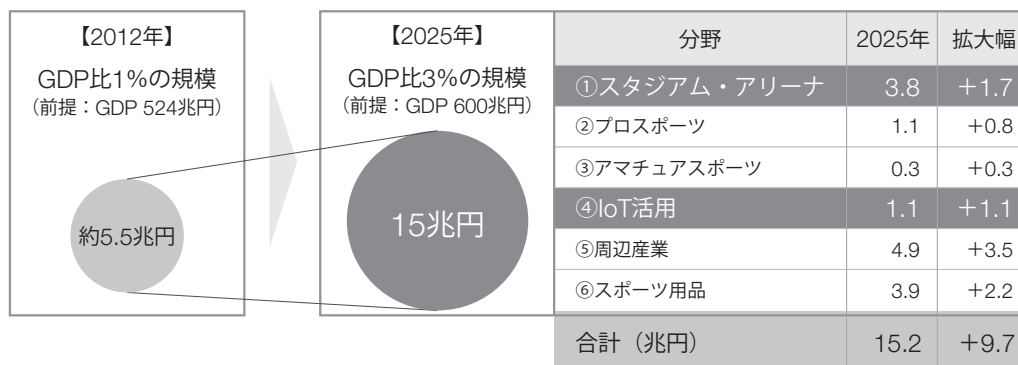
との共創により、3Dセンシング技術を用いた体操競技の採点支援に取り組んでいる。

本稿では、3Dセンシング技術による価値創出と目指す世界、および同技術の国際標準化に向けた取り組みについて述べる。

## スポーツIoTの現状と課題への取り組み

リオデジャネイロ2016オリンピックでは、ボクシングやバレーボール、アーチェリーやテコンドーといった競技などで、センサーを活用したデータの可視化が始まっていた。ボクシングでは、パンチの強さやパンチの種類、スピード、方向、回数などを計測し、トレーニングメニューの改善に利用された。バレーボールでは、ジャンプの高さや回数などを計測し、膝の負担軽減による怪我などの防止といった「競技力向上」の試みが行われた。またアーチェリーでは、的に刺さった矢の正確な位置を測定したり、テコンドーでは蹴りを防具に付いたセンサーで判定したりするなど、判定の公平性確保に利用された。

このようなIoTを活用した情報の可視化は、今後も様々な競技で試行・導入が進むと考えられている。中でもニーズが高いとされるのは、人の体の動きを3次元で捉え、そのデータをリアルタイムに取得することである。人物や物体の動きをデジタルで記録する技術は、これまでモーションキャプチャーが主流であった。これは、関節近くの体表面にピンポン球よりやや小さい球体の反射マーカーを20～30個程度取り付け、ライトが付いた複数の高精度ビデオカメラで計測する。そして、作



※参考文献(2)、(3)を基に作成

図-1 スポーツ市場に対する政策目標

業員による補正作業を経て3次元データを取得する方式である。しかし、反射マーカの取り付けは選手が競技を行う際に負担となる。そのため、主に研究開発で利用され、スポーツの練習や試合といった実践の現場で使用することは難しかった。

富士通は、富士通研究所が自動車向けに開発してきた3Dレーザーセンサーと、リハビリ向けに開発を進めてきた骨格認識ソフトウェアを組み合わせることにより、マーカレスで人の体の動きをリアルタイムに計測する3Dセンシング技術の開発に成功した。この技術を体操競技をはじめとするスポーツ分野へ適用するために、様々な検討を進めている。

この3Dセンシング技術は、1秒間に200万点程度という多数のレーザーを発振し、その反射光を検出して対象物までの距離を算出することで、対象物の立体形状（点群データ）を取得する。取得した立体形状から骨格の位置を推定して、手足の位置や関節の曲がり具合などを計算し、あらかじめデータベース化した人の動きのモデルデータと照合することで動きの差異を導き出す。これにより、通常のカメラ映像では分かりにくい身体の位置や角度を数値データとして判定支援アプリで確認できるため、360度全ての方向からの分析が可能になる（図-2）。

### 体操競技の現状と課題および選定の理由

スポーツに3Dセンシングを適用するに当たっては、各競技の関係者にヒアリングを行った。この

ヒアリングを通じて、ニーズの高さと技術普及の観点から、体操競技から適用を始めることが望ましいという結論に至った。

体操競技は、陸上競技や水泳競技のように時間や距離を競うものではなく、演技（人の動き）を点数化して競う採点競技に含まれる。オリンピックでは13の採点競技が行われるが、近年その技が高速化・複雑化しており、審判員が目視で採点する際に、判定に迷うケースが増加している。

こうした目視の限界は、審判員のみならず選手や観客・視聴者にも生じており、その改善は体操競技以外の採点競技全般にも共通する課題と言える。

#### (1) 選手の視点

指導と練習にビデオ映像を用いている。しかし、数値化したデータで好不調時やほかの選手との比較ができないため、定性的なトレーニングとなっている。

#### (2) 観客・視聴者の視点

技の難易度や判定ポイントが分かりにくく、解説を聞いて何とか理解しているのが現状である。また、判定に一定の時間がかかっており、短縮すれば観戦の楽しみも増し、テレビ放映の枠（2時間）に収まれば放映回数も増える（テレビ関係者）。

富士通は、これらの現場の課題やニーズに加えて、技術開発とグローバル展開の観点から、体操競技が持つ以下の魅力も選定に際して重要視した。

(1) 体操競技は、ほかの競技に比べて人の動きのバリエーションが最も多い。そのため、豊富な

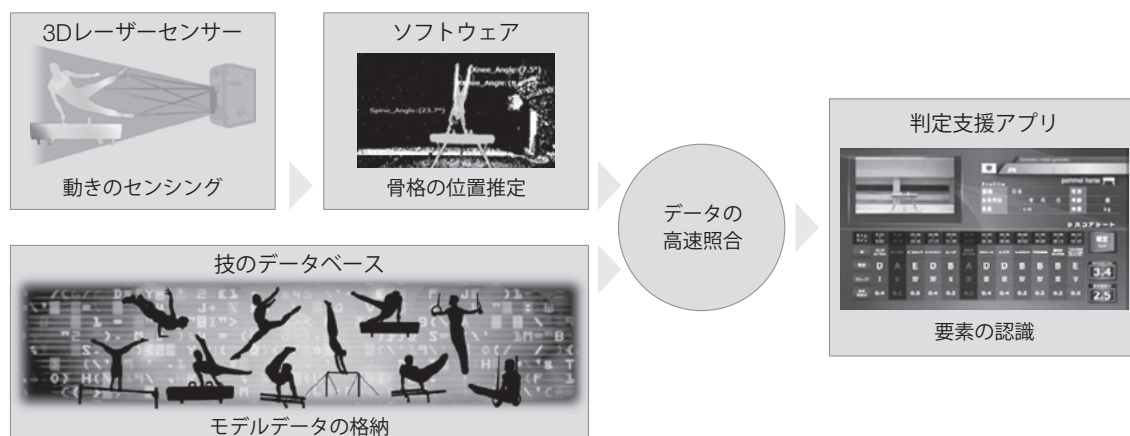


図-2 3Dセンシング技術の概要

データの取得が可能であり、ほかの競技への展開を見据えた汎用性の高い動きのデータベースを構築できると考えられる。

- (2) 体操競技は日本が得意とする競技であり、協会をはじめとする関係者の協力と高度なノウハウが得やすい。また、海外展開を図る際にも、各国の体操協会からの同意が得やすい。更に、国際競技連盟（IF）である国際体操連盟は、数ある競技連盟の中で最も長い歴史を有しており、国際オリンピック委員会（IOC）より13年長い。このため、ほかの競技団体に強い影響を及ぼす3大IF（体操・陸上・水泳）の一角を成している。
- (3) 体操競技は、国際レベルで判定の公平性を求める声が高まっている。本稿で紹介する富士通の技術が採用された場合、国際ルールの策定に関わることができ、技術のグローバル標準化に向けて貢献できる。

### 共創による採点支援システムの開発

2016年5月に、日本体操協会と富士通は3Dセンシング技術による採点支援システムに関する共同研究契約を締結した<sup>(4)</sup>。日本体操協会から審判のノウハウや選手データ、テスト環境の提供を受け、採点支援のプロトタイプシステムを構築した。同年10月の国際体操連盟総会において、PoC（Proof of Concept：概念実証）を実施し、正式導入に向けた検討が始まった。このプロトタイプシステムは、3Dレーザーセンサーと高性能パソコンで構成されている。高性能パソコンには、データフローエン

ジンと骨格認識ソフトウェア、技の辞書、採点支援アプリケーションが実装されている。

2017年10月に開催されたモントリオール世界体操選手権では、国際体操連盟と共同で大会データを使用して実証実験を行った。その結果を踏まえて、国際体操連盟と富士通は採点支援システムの開発に向けた業務提携を発表した。今後は、採点支援システム構築に向けて、国際体操連盟と共同で審判支援システムのアプリケーション開発と技（人の動き）のデータベース化、およびデジタル判定のルール作りを進めていく。

技のデータベースは、国内外の大会で選手の演技データを取得し、一連の技を構成する基本動作単位に格納していく。男子6種目819技（475の基本動作の組み合わせ）、女子4種目549技（318の基本動作の組み合わせ）のデータ化が目標である。

また、現在の採点規則は選手のイラストによる図解と曖昧な判定表現となっており、このままでは採点支援システムのアプリケーションに実装できない。したがって、18個の関節を有する骨格モデルを用いた採点規則のデジタル化が大きなポイントである。これまで採点規則には、一連の技の絵と減点対象となる表記（「まっすぐ」「わずかに曲がる」「明らかに曲がる」など）が記載されていた。デジタル化に当たっては、各関節に番号を付けた骨格モデルを作成し、例えば4番と12番を結んだ線と器具との間の角度が170度未満であれば減点なしといったことを、全ての技においてルール化する作業を行っていく（図-3）。

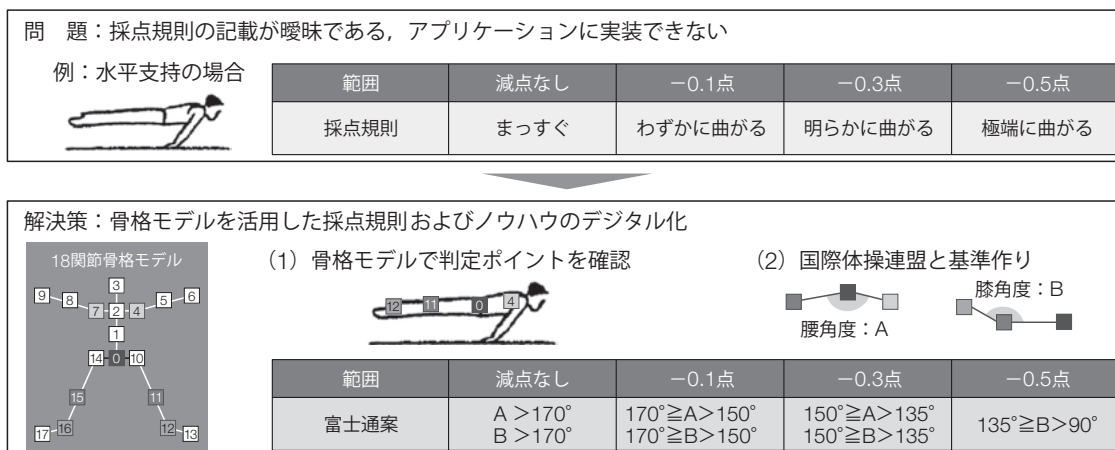


図-3 技のデジタル化



今後は、2018年に予定されているドーハ世界体操選手権大会で既存システムとの連携・運用テストを実施し、2019年のシュトゥットガルト世界体操選手権大会で実運用する予定である。その後、IOCのテストイベントをクリアして、東京2020大会での採用を目指す。

### 3Dセンシング情報の活用

採点支援システムの開発と並行して、現場の課題とニーズに応えるために、トレーニングシステムの開発と放送用のコンテンツの制作検討も進めている。ともに3Dセンシング技術によって可視化された情報を活用した、選手および観客・視聴者向けの価値提供となる。

#### (1) トレーニングシステム開発（日本体操協会との共創）

採点支援システムをベースに、多くのメダリストを輩出した実績を有する日本体操協会のコーチ陣とともに、可視化すべき観点を抽出する。その数値データを使って指導可能なアプリケーションを開発し、実装する。本システムは、東京2020大会のメダル獲得に向けて日本選手への早期提供を行い、将来的には国際体操連盟加盟の148か国のNTC（National Training Center）や各国協会、900以上のチームへの展開を目指す。

体操競技の技の習得には、技術的な類縁性に基づき、発展性を考慮した系統的な学習が重要であるが、これまでの半世紀の間にこうした技の体系化に向けた整理・分析はし尽されたと言われてい

た。しかし、このような共創の場を通じて各団体と共同で体系化を再開させ、トレーニング効果との相関関係を分析するなどの研究が進めば、新たな技の開発や怪我をしない運動方法の開発などの効果が期待できると考えている。

#### (2) 放送用コンテンツの制作

3Dセンシング技術によって得られる選手の3次元データを基に、判定ポイントや体操選手の凄さを伝える各種データを放送用コンテンツとして制作し、テレビ局・ネット配信業者・会場運営者などに配信することを検討している。

前述のモンテリオール世界体操選手権や、2017年11月に開催された全日本団体体操選手権では、跳馬を対象に最高到達点の高さ情報をテレビ局にトライアル提供した。今後は、体操競技関係者や演出家と協議を重ね、ひねりの速度や滞空時間など、観客や視聴者に見てほしいポイントを可視化し、コンテンツを増やしていく方針である。このような可視化されたデータと映像を組み合わせる事例は、欧米を中心に野球やサッカー、テニスなどで採用されており、スポーツのエンターテインメント化に欠かせないものとなりつつある。

### 3Dセンシング技術を普及させるためのアプローチ

これまで述べたとおり、3Dセンシング技術は人々（する、みる、支える）のスポーツに対する要求に対してそれぞれ新たな価値を提供し、人々の体験価値を高める効果が期待できる。そして図-4に示すように、選手の競技力と観戦の魅力を

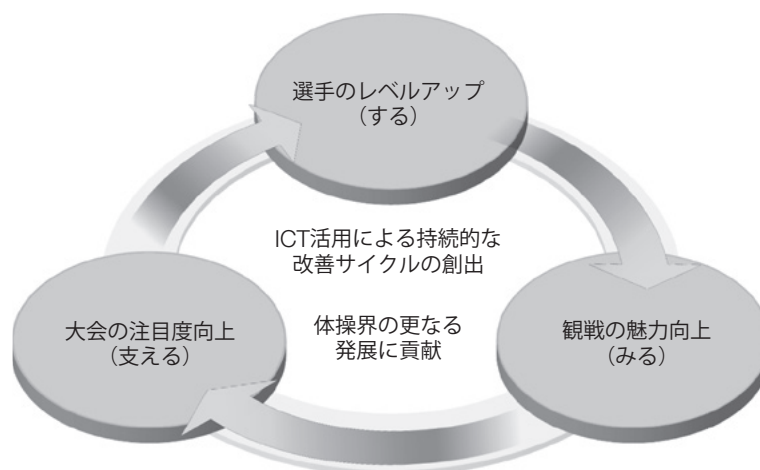


図-4 スポーツ市場活性化の好循環

向上させ、会場に足を運ぶファンや視聴者の増加に貢献する。

では、3Dセンシング技術のような先端技術を普及させるためには、どのようなアプローチが良いのであろうか。

第一のポイントは、技術のグローバル標準化と戦略的なプロモーションである。3Dセンシング技術を活用した、スポーツ界では世界初の採点支援システムを国際体操連盟とともに開発し、国際ルールの改定とともに技術のグローバル標準化を推進する。この取り組みを、時限的かつ求心力のある国際イベントである東京2020大会において世界に発信することで、最大限のプロモーション効果を狙う。

第二のポイントは、同技術をベースとしたトレーニングシステム開発と放送用コンテンツのグローバル展開である。採点支援システムが新たな世界標準となれば、それをベースにしたトレーニングシステムを使った選手強化が行われるのは自然な流れである。富士通は、日本体操協会が有するノウハウとAI（人工知能）やビッグデータ分析技術を融合したトレーニングシステムを開発し、日本のメダル獲得に貢献するとともに、その成果を世界の体操競技関係者が享受できる環境を提供したいと考えている。アフリカ諸国などでは、体操競技のコーチの絶対数が少ないという問題を抱えている。しかし、eラーニング機能を実装すれば、そうした国々で遠隔地からのコーチングを受けたいというニーズに応えられる。

一方、放送用コンテンツについては、オリンピック・パラリンピック放送のホストブロードキャスターであるOBS（Olympic Broadcasting Services）や、東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会と連携し、東京2020大会ならではのスポーツプレゼンテーションを通じて実績を作り、今後のグローバル展開につなげたい。

第三のポイントは、トレーニングから選手のコンディショニング、そしてリハビリ領域への展開である。これには、器具・ウェア開発、生産現場などへの技術活用の流れを作ることも含まれる。また、スポーツコンテンツ制作から映画制作、エンターテインメント市場などの隣接分野への展開も期待できる。更には、職人の匠の技をデジタル

化によって継承・発展させるなど、伝統文化の分野に対しても活用の流れを作ることで、新たな適用分野を創出していきたい。

### 富士通が果たす役割

富士通は、3Dセンシング技術をスポーツ分野に適用するに当たって、以下の三つの観点を大切にしている。

#### (1) Human Empowerment（人の能力を最大化）

人の経験や勘に頼っている領域と言えるスポーツ分野において、ICTは従来のような効率化・自動化・生産性向上を高めるためのものではなく、人に寄り添い、人の能力を高め、より良い経験を促すツールに進化させる。

#### (2) Co-Creation（共創）

公益中心の活動を行うスポーツ団体と協賛する企業というこれまでの関係から脱却し、スポーツのノウハウとテクノロジーの融合により新たな価値を創出し、両者の経営力強化を促す共創モデルを構築する。

#### (3) Industrial Revolution（スポーツの産業化）

IoTにより可視化されたデータを活用し「選手（する）」「観客・視聴者（みる）」「審判員（支える）」に向けたイノベーションを通じて、スポーツ市場の産業化と分野の創出に取り組む。

富士通は、3Dセンシング技術によって人の動きのデータベース化を推進していく。そして、スポーツだけでなく、様々な分野の方々がこのデータベースを活用し、新しいサービスを創出できるプラットフォームの提供を通じて、オープンイノベーションの基盤作りを推進していく。

### む す び

本稿では、富士通がスポーツ分野において果たすべき役割と、その具体的な取り組みとして3Dセンシング技術による体操競技の採点支援について述べた。

体操競技で磨いた技術を、ほかのスポーツや医療・障がい者支援、健康増進、産業・文化などのあらゆる分野に展開し、スポーツを通じて世界中の人々が心身ともに健康で文化的な社会生活を実現できるように貢献していきたい。

## 参考文献

---

- (1) 内閣府：平成28年版高齢社会白書. 第1章, 第1節, 「1 高齢化の現状と将来像」.  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/zenbun/pdf/1s1s\\_1.pdf](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/zenbun/pdf/1s1s_1.pdf)
- (2) 経済産業省：スポーツの成長産業化に向けて. 平成28年8月10日.
- (3) スポーツ庁, 経済産業省：スポーツ未来開拓会議中間報告～スポーツ産業ビジョンの策定に向けて～. 平成28年6月.  
<http://www.meti.go.jp/press/2016/06/20160614004/20160614004-1.pdf>
- (4) 日本体操協会, 富士通, 富士通研究所：日本体操協会と富士通および富士通研究所、体操競技における採点支援技術の共同研究について合意. 2016年5月17日.  
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2016/05/17-1.html>

## 著者紹介

---



### 藤原英則 (ふじわら ひでのり)

富士通 (株)  
スポーツ・文化イベントビジネス推進本部  
体操競技の3Dセンシングプロジェクトの統括, および富士通のスポーツビジネスの戦略的なプロモーション活動に従事。



### 伊藤健一 (いとう けんいち)

富士通 (株)  
スポーツ・文化イベントビジネス推進本部  
3Dセンシングプロジェクトによるビジネス企画およびプロモーション活動に従事。