

情報通信技術を用いた遠泳教育モデルの可能性

濱田大幹^{*1} 中尾有子^{*1} 山形高司^{*1} 川島将人^{*1}
小柳えり^{*1} 脇本敏裕^{*1} 宮崎仁^{*2} 矢野博己^{*1}

要約

溺死者は、世界中で年間約24万人いると推定され、溺死は、不慮の事故の中で第3位の死因である。水泳と水への安全管理能力の向上に関する教育不足は、溺死を招く最大のリスクのひとつとされている。したがって、基本的な水泳技術（泳力）のトレーニング、水辺環境での安全管理、年齢に合わせた救助の方法に関する教育の充実が急務である。水泳授業において、泳法の習得は不可欠な項目であるが、水難事故を減少させるための安全管理教育も必要である。子どもたちが自然の驚異と脅威の両方を学び、その結果として安全管理能力（調水力）を理解させるためには、教育現場での遠泳を含む水辺教育の普及に取り組む必要がある。しかしながら、安全性の問題から教育現場で遠泳実習を行うことが困難であるため、遠泳を実施している学校は減少している。我々は、Virtual Reality (VR)、ウェアラブルデバイス、ドローンを含む Information and Communication Technology (ICT) 機器を活用することで遠泳実施の問題点を回避できると考える。ICT 機器の活用により、体験型総合学習として、デジタルトランスフォーメーションを実現することで、安全で教育効果の高い水辺の学びをサポートする可能性がある。安全な遠泳を実施するために必要な知識、技術、そして準備について述べるとともに、最先端の ICT 機器を用いた新しい遠泳教育の在り方について論じる。

1. はじめに

「遠泳」は、水泳の実力の進歩を試す意味で催されることもある。一方で、隊列で組んで泳ぐ集団での遠泳は、泳ぎの上手な子は苦手な子に気を配り、泳ぎの苦手な子は自分自身の能力と向き合い、早く泳げる子はそうでない子のスピードに合わせてゆっくりと泳いであげながら、自然と対峙しながら泳ぐものである¹⁾。偉大な自然の中で、自己の気力、体力の限界に挑戦することで、自己をみつめるとともに、集団の偉大さを知ることができる²⁾。プールでタイムを競い合う近代4泳法とは違った教育の形である¹⁾。

しかしながら、自然環境を活用して実施されることから安全への配慮が最大限に優先されなければならない。それが遠泳を企画する側の大きな責務と考えられる。本稿では、安全な遠泳を実施するために必要な知識、技術、そして準備について述べると

ともに、最先端の情報通信技術 (Information and Communication Technology: ICT) を用いた新しい遠泳の在り方について検討を行う。

2. 水難事故の現状と水泳教育の変遷

溺死者は、世界中で年間約24万人いると推定され、溺死は、不慮の事故の中で第3位の死因である³⁾。溺死は、子どもや若者の主な死因の1つでもある⁴⁾。日本では2020年度の水難者は1,547人、そのうち176人が中学生以下の子どものものである⁵⁾。2020年のマリレジャーに伴う海浜事故者は、帰還不能が最も多く、次いで海中転落、溺水となっており、これら3項目が全体の半数以上を占めている⁶⁾。この現状は、World Health Organization (WHO) も問題視しており、WHO の溺死に関する世界で初めての報告書に水の事故に関しての原因と対策として「溺れないための10の行動」(図1) が記載されている⁴⁾。そ

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

*2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床工学科

(連絡先) 濱田大幹 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-mail: h.hamada@mw.kawasaki-m.ac.jp










	1. 水辺の立ち入りを防ぐ フェンスなどの設置		6. ボート、船舶、フェリーに 関する安全規制の設定と実施
	2. 子供が安全に遊べる場所の確保		7. 洪水リスクと復興の管理
	3. 水泳と水への安全管理能力の向上		8. 溺水防止への取り組み
	4. 救命・蘇生法の指導		9. 洪水対策など 水の安全に関する政策
	5. 国民の意識を強化し、 子どもの脆弱性を強調する		10. 溺水に関しての 研究課題に取り組む

図1 溺れないための10の行動

GLOBAL REPORT ON DROWNING (2014)⁴⁾ より和訳

表1 泳げる・溺れないための課題8項目

水深くへ入ること。
水に浸かり水面を泳ぐこと。
快適に潜水したり水面を泳いだりすること。
少なくとも2つの基本的な泳法を習得すること。
ゆったりとした呼吸で、ストロークの要求に合わせて呼吸をすること。
水中で体勢を変えること。
進行方向を変えること。
浮いていること。

Stallman et al., 2008¹¹⁾より和訳

の中でも、水泳と水への安全管理能力の向上に関する教育不足は溺死を招く最大のリスクのひとつとされ、基本的な水泳技術（泳力）のトレーニング、水辺環境での安全管理、年齢に合わせた救助の方法に関する教育の充実が急務である⁷⁾。

Brenner et al.⁸⁾は、水に対する安全教育を子どもや若者に行う必要があると指摘している。欧米では、運河が街中に張り巡らされていたり、各家庭にプールが設置されていたりするなど、幼児から成人まで身近に溺水する危険性が潜んでいるため、水辺や水中で安全に活動するために必要な資質や能力、Water Competencyの重要性が早くから提唱されてきた^{9,10)}。我々は、この資質や能力を調水力と呼ぶこととする。これに関して、Stallman et al.¹¹⁾は溺水事故の事例から、自己保全に必要な運動技能を「泳げる・溺れないための課題8項目」と示した(表1)。これらの技能はプールではなく、自然水域で発揮できることが重要である⁹⁾。フローティング、立ち泳ぎ、向きの変更、呼吸制御、水面の上下の推進力な

どの基本的な水でのスキルは、水難時に不可欠である可能性がある¹¹⁻¹³⁾。調水力には、これら水中での運動技能に加え、知識や行動規範、技能の自己認識、他者の安全を確保できる能力といった、水辺での安全に関する様々な能力が含まれる。このように、欧米では水中での自己保全能力を調水力として、水泳教育を通して身につけることを重視している。もちろん欧米でも泳法の習得は水泳教育のコアとなる学習課題ではあるが、幼児から成人まで、過去から現在に至るまで、一貫して調水力をはじめに身につけることが最も重要と考えられている¹⁴⁾。

日本における水泳教育は、1995年の紫雲丸衝突事故を契機に急速に発展を遂げた。公立学校プールの設置が進み、泳力向上を目的とした教育の推進¹⁵⁾により水難事故件数が減少したことが報告されている^{16,17)}。しかしながら、最新のデータでも、日本は10万人あたりの溺死率が4.9名で先進国の中でも高い¹⁷⁻¹⁹⁾(図2)。2008年改訂の中学校学習指導要領での保健体育の目標は「心と体を一体としてとらえ、

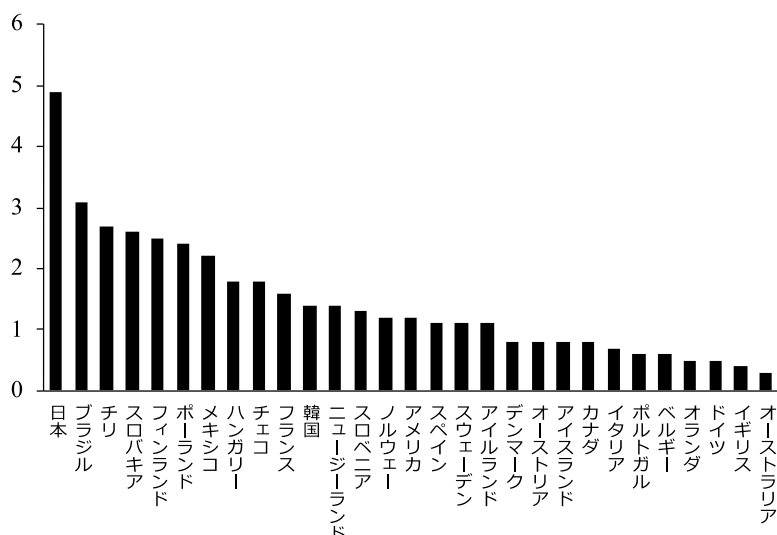


図2 人口10万あたりの年間溺死者数の国別比較
WHO Mortality Database¹⁹⁾ から作成

運動や健康・安全についての理解と運動の合理的な実践を通して、生涯にわたって運動に親しむ資質や能力を育てるとともに健康の保持増進のための実践力の育成と体力の向上を図り、明るく豊かな生活を営む態度を育てる。」とされ、さらに体育分野では「生涯にわたって運動に親しむ資質や能力を育てる」と明記された²⁰⁾。このように水泳教育においても、「競争」や「記録の向上」などの運動の「楽しさ」に触れることが目指されていた。そして、2020年度小学校新学習指導要領では、水泳運動に「安全確保につながる運動」が記載されるようになり²¹⁾、ようやく水泳教育に対して、「泳力」や「楽しさ」から「安全」にも着目するような改定が行われた。

これまで、子どもたちの「生きる力」の育成に向け水泳教育における学習指導要領は変遷を遂げてきた。水泳教育の「目標」は泳法習得以外にも生涯スポーツ、競争や記録への挑戦等、多岐にわたるにもかかわらず、現状では「泳法取得」、「泳法指導」に終始しており²²⁾、実際に水泳授業で取り扱う種目の80%が未だ「競技水泳」である¹⁶⁾。保健体育科教員の養成期間である体育系の大学においても約80%の授業で主に「近代4泳法」を実施している²³⁾。しかしながら泳法のみ習得は、水に接する機会を増加させ、自身の泳力の過信から生きる水の下ではかえって溺れるリスクを高める可能性が指摘されている⁸⁾。泳法習得による喜びも大切に育まれるべきことではあるが、水難事故の多く発生する自然の中で、事故を減少させるための取り組みとして、調水力が必要となることは事変として認識すべきことではないだろうか。

3. 水辺学習の教育的効果とこれからの遠泳

学習指導要領の改訂（2020年）により、保健体育科における学習過程については、これまでに引き続き「生きる力」の三つの柱である「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の資質・能力を身につけること²⁴⁾とされており、「生涯にわたって心身の健康を保持増進し豊かなスポーツライフを実現するための資質・能力を育成することを目指すこと」が保健体育科の目標とされた^{21,25,26)}。その中でも自然とのかかわりの深いスキー、スケートや水辺活動などについては、従前どおり、学校や地域の実態に応じて積極的に行うことに留意するもの^{21,25,26)}としており、保健体育科教育で水辺学習の機会を子どもたちに提供する必要性が記載されている。

日本の国土は、中緯度地帯にあり、南北に細長く伸び、広大な森林と豊かな海、そしてこれをつなぐ河川をもつ島国で、長い水辺を持つ。海岸線の延長は、34,500kmあり、そのうち自然海岸は約18,000km（57%）である。さらに、半自然海岸（潮間帯は自然状態にあるが後背海岸は人工化されている自然海岸）が約4,300kmで、その他（河口部）264kmを加えると73%で、水辺活動が可能とされる。水辺学習である水辺活動、水辺スポーツ・レクリエーションは、この水辺を活用して実施できる²⁷⁾。

水辺学習の教育的効果として、青木ら²⁸⁾は70項目からなる生きる力の評価用紙「IKiRu chikara」を用い、学校の体育等の授業で実施されている水辺活動プログラムである「日本版 School Water Wise」に参加した小学校児童267名を対象としてプログラ

ムの影響を評価し、身体的耐性を除く、生きる力のほぼ全般に大きな向上の効果があることを報告している。大学生を対象にマリンスポーツ実習を実施した研究では、5日間のプログラムにより自己効力感が向上したことが報告されている²⁹⁾。海洋リテラシーに関する研究では、実習プログラムによって異なった海洋リテラシー下位尺度に実習前後での変容が見られ、実習期間、プログラム内容、指導方法の工夫等を行うことにより、海辺における体験活動が参加者の海洋リテラシーの一部を向上させることに有効である可能性が示唆されている³⁰⁾。

このような水辺学習の中でも遠泳は、沖で泳ぐことが多く、海の特徴を多岐にわたり体験することができる³¹⁾。遠泳の必要性について「長い距離を泳ぐためには泳力、持久力、忍耐力、勇気など心身共に多くのものが必要である。海水のもつ要素を知り、それを克服することは、積極的に安全に対する態度を身に付けることにもなる。」さらに、「臨海水泳における遠泳は集団で行うのが一般的であり、個人の力では困難と思われることに対しても、互いに協力し励まし合いながら挑戦するなど、社会的態度を身に付ける貴重な機会でもある。」とされている³²⁾。遠泳時の状態不安に関する研究では、遠泳後に状態不安が有意に低下する傾向が観察され、泳力上位群と比較し泳力下位群の不安は有意に高いことが報告されている³³⁾。遠泳を実施している学校での「遠泳のしおり」より、地域の歴史や社会環境など社会科教育海洋の特性や水辺の生物など理科教育、感想文詩や俳句を課する国語科教育、砂の芸術や歌などの芸術科教育、また遠泳行事に臨むための健康診断や検温などの健康教育や健康管理などいわゆる運動睡眠食という健康行動に対する健康体育的教育も行われている¹⁾。このように遠泳は子どもたちにとって、自分を多角的視点からとらえることのできるもので「生きる力」の育成に有効な手段の一つとされる¹⁾。すなわち、遠泳は保健体育教科の領域だけでは捉えられないほど教育効果は多岐にわたり、人間形成の上でも大きな価値をもつ活動であるということである³⁴⁾。

遠泳などの水辺学習を子どもたちが行うために、まず、保健体育科教員の養成が必要となる。保健体育科教員の養成機関の一つであるK大学では、これまで29年間、大きな事故を起こすことなく遠泳実習が実施されてきた。安全に遠泳実習を行うため、水泳技能別にグループ編成を行うことが妥当であることを明らかにしている³⁵⁾。疲労発生要因の1つである体温変化を評価する上で、体脂肪率の測定が必要である³⁶⁾。遠泳実習時の心理変化について、水泳

の技能水準が低い者ほど「状態不安」が高くなる傾向があることなどが明らかとなっている³⁷⁾。

現代の子どもたちに「生きた水」の魅力とともに自然の驚異と脅威の二面性を学び、調水力を育む水辺学習の機会を提供するために、まずは大学等での遠泳をはじめとした水辺学習の普及に取り組む必要があると考える。

4. ICTを用いた安全遠泳

新学習指導要領における水泳の内容には、安全確保につながる運動という項目があり、背浮きや着衣泳の必要性に関して記載されているが、泳法のような詳細なガイドラインは存在しない。泳げない教師の増加、プールの廃止、近代4泳法に偏った水泳授業など子どもたちが水辺学習から遠ざかる一方である。小・中・高校で実施される夏期の臨海学校では、プログラムの一つに「遠泳」が実施されてきたが、減少傾向にある^{34,38)}。指導者の不足、教員の意識低下、経費の問題、社会的圧力（責任問題）、天候の影響などが遠泳減少の背景にあり、それらの共通点は「安全に実施することの困難さ」である^{34,38)}。高校の遠泳実習を安全に実施するために、医師が同行している高校も存在するが、その割合はわずか1.7%である³⁹⁾。安全性を担保し、遠泳を行うことがこれからの保健体育科教員の育成に重要な要素となる。これらの問題点に対し、安全な遠泳実施の立役者として、近年、革新的な進歩を遂げてきているICTによる対策を提案することができる。内閣府より「Society 5.0」が提唱されており、膨大なビッグデータを人間の能力を超えた Artificial Intelligence (AI) が解析し、その結果がロボットなどを通して人間にフィードバックされることで、これまでは出来なかった新たな価値が産業や社会にもたらされるとしている⁴⁰⁾。これまでのICT機器の進化を整理するとともに(表2)、遠泳におけるいくつかのICT機器を利活用した「Water Safety Net System (WSNS)」について提示する。

4.1 VRを活用した遠泳事前学習システム

バーチャルリアリティ (Virtual Reality: VR) の中でも360°ビデオは、全方位カメラで撮影されたパノラマビデオであり、視聴者は、従来の2次元 (2-Dimensions: 2D) ビデオの固定された視点ではなく、360° 途切れることなく見ることができる⁴¹⁾。このようなビデオを2D画面ではなくVRヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display: HMD) で表示すると、自然で没入型の体験を行うことができる⁴²⁻⁴⁶⁾。VRは、軍事、医療、鉱業、火災および避難のシミュレーションなど、さまざまな

表2 ICT活用の進化と有用性

	VR (HMD)	ウェアラブル (PHR)	ドローン
2013			・ Amazon Prime Air 構想発表 ・ OHCAに対するAEDの輸送 ⁹¹⁾
2014	・ 第二次ブーム		
2015			・ 輸送可能な試薬の検討 ⁸⁹⁾ ・ 西之島の観測 ⁸⁶⁾
2016	・ VR元年と呼ばれる	・ PHRの利活用推進 ⁴⁹⁾ ・ HR, SPO2, EMG, 睡眠, 体温, 脳波などが測定可能 ⁷¹⁾	・ 血液製剤の輸送 ⁹⁰⁾
2017		・ スマートフォンで取得した歩数の国際比較 ⁶⁰⁾	・ 水難者の発見 ⁹⁷⁾
2018		・ 身体活動のサーベイランスシステムの開発 ・ 向上のためにICTの利活用を推奨 ⁶⁷⁾ ・ HRの変動測定 ⁷⁴⁾	・ 離岸流の観測 ⁹⁶⁾ ・ 救命胴衣の輸送 ^{94, 95)}
2019	・ 「動き回れる」デバイスが登場 ・ 教育でのモチベーションやエンゲージメントの向上 ^{57, 58)} ・ 火災に対する安全教育 ⁶²⁾ ・ 身体追体験によりさらに効果的 ⁶⁵⁾	・ 心房細動の検出 ^{75, 76)}	・ HR測定と転倒検出に対するAEDの輸送 ⁹³⁾
2020		・ 高血圧の管理 ⁷²⁾ ・ てんかんの発作検出 ⁷⁷⁾	・ 水難者の機械学習による発見 ⁹⁸⁾
2021	・ 海の安全教育 ⁵²⁾	・ 糖尿病（血糖値）の管理 ⁷³⁾	

分野で研究が進められている⁴⁷⁻⁵¹⁾。VRには、さまざまな環境でのトレーニング、特に危険に対する安全対策に適している⁵²⁾。対象者を実際の物理的危険にさらすことなく、シミュレーションでの危険な状況にさらすことができ、それに対しての対策を実施する機会の提供に加え、実際の物理的危険より、危険な状況を頻繁にシミュレートすることができる^{53, 54)}。インタラクティブなVRの教育的効果についての研究が進んでいる^{55, 56)}。HMDを使用した360°ビデオの研究では、モチベーションやエンゲージメントを強化することが示唆されている^{57, 58)}。また、スマートフォンの画面に表示された360°ビデオと比較して、HMDに表示された360°ビデオの方がより没入感が高く、シミュレート酔いを最小限に抑えながら、前向きな教育体験を提供することができる⁵⁹⁾。VRは、実際の状況でみられる心理的プロセスと感情状態に近づくため、トレーニングに使用することができる⁶⁰⁾。実際の環境をエミュレートした仮想トレーニングを行い、反応、学習、伝達を評価した研究では、伝達の項目が標準トレーニングと同程度の学習効果が観察された⁶¹⁾。子どもを対象とした安全指導に関する研究では、火災避難の指導⁶²⁻⁶⁴⁾や交通安全の分野で散見される。海での安全教育に関する研究⁵²⁾では、10-12歳の子どもを対象に360°ビデオ、従来のビデオ、ポスターのいずれかを使用して離岸流など水の安全性について学習した後、1週間後および8週間後にテストを実施した。360°ビデオの参加者は、他のグループと比較して高い関心や楽しさを示しており、魅力的で効果的な学習方法である⁵²⁾。HMDを用いたVRによる学習は、教育的効果をもたらすことが明らかになっているが、近年、視聴覚以外の多感覚刺激による身体追体験を行うことでリアリティな体験を行うことが可能になっ

てきた⁶⁵⁾。今後の安全教育には、身体追体験を加えた学習媒体を作成し、体験型のVR視聴を行うことが必要になる。よりリアリティな超臨場感による危険体験が、子どもたちの危機管理意識に寄与する検討や危険体験時の生体応答など、これからの時代には必要なデータとなってくる。

4.2 ウェアラブルデバイスを用いた遠泳での活用法の検討

総務省は健康寿命の延伸や医療製品・サービスの強化に向けて、1) 医療・介護・健康分野の情報ネットワーク化の推進や、2) 医療・介護・健康分野における先導的なICT利活用の推進に資する取り組みを進めている⁶⁶⁾。その一つとして、医療・健康情報を収集し、一元的に管理するパーソナルヘルスレコード (Personal Health Record: PHR) の活用に向けた取り組みが本格化している⁶⁶⁾。PHRには、これまで紙の書類や手帳で記録されていた医療関連情報だけでなく、スマートフォンのアプリケーション (アプリ) やウェアラブルデバイス (身体の一部に装着が可能なコンピューターデバイス) により収集が可能な生体情報や生活習慣など、様々なデータが含まれる。これらモバイルヘルス (Mobile Health: mHealth) デバイス情報の利活用は、個人の状況やニーズに合わせた最適な診療・サービスの提供を可能にすると考えられている⁶⁶⁾。

2018年にWHOから発表された「身体活動に関する世界行動計画2018-2030 (Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030)」では、ユニバーサル・ヘルスケアの一環として、身体活動に関する患者評価と診療システムを医療および社会サービスに組み込むことが目標とされている⁶⁷⁾。また、身体活動のサーベイランスシステムを開発・向上させるために、ICTの利活用が推奨されている⁶⁷⁾。スマートフォ

ンやウェアラブルデバイスなどの mHealth デバイスによる身体活動の評価の普及は、これまでの身体活動研究を飛躍的に進歩させる可能性を秘めている^{68,69}。なかでも、近年、手首に装着するウェアラブルデバイス（リスト型デバイス）が急速に普及しつつある⁷⁰。リスト型デバイスの登場により、身体活動や睡眠だけでなく、心拍数や血圧などの生体情報、位置情報等の様々な情報を同時に収集する、いわゆる“all-in-one”のプラットフォームが実現してきた⁷¹。このような様々な生体データを用いて、高血圧患者の血圧⁷²や糖尿病患者の血糖値の管理⁷³に用いられている。また、日常的に生体情報を測定することで、HR の変動測定⁷⁴、心房細動^{75,76} およびてんかん発作⁷⁷を検出することが可能になった。

これらの技術をもとに遠泳時は、ウェアラブルデバイスから得られる様々な生体情報を一括管理することで対象者の状態を確認することが可能となる。また、ウェアラブルデバイスから得られる日常のデータを AI に学習させることで、異常な生体反応をより迅速に発見することも可能になってくるであろう。

4.3 ドローンを活用した安全監視システムの検討

ドローンとはコンピューター制御された無人航空機の総称である⁷⁸。ドローン技術の進化は目覚ましく、オートパイロットの心臓部の重量はわずか30~50g と超小型化が実現した⁷⁸。ドローンはゆっくり対象物に近づいたり離れたたり、回り込んだりできるので、空撮には最高の機器となっている⁷⁸。また、空撮以外にも災害調査⁷⁹、インフラ設備の点検⁸⁰、測量・観察⁸¹⁻⁸⁶、警備⁸⁷、配達⁸⁸など、様々な分野で活用されている。特に医療現場では、緊急通報を受けドローンが現場に Automated External Defibrillator (AED) や薬を運ぶシステムの構築が進んでいる⁸⁹⁻⁹²。ウェアラブルデバイスを用いて、高齢者のバイタルを測定し、緊急時にドローンが AED を輸送する救急処置システムの開発が始まっている⁹³。海難救助のシミュレーション実験でも、ドローンが迅速に救命ブイを運ぶことが可能になっている^{94,95}。離岸流の観測も可能となっており⁹⁶、ドローンの映像を用いることで、これまでより迅速に水難者を発見することが可能になった⁹⁷。人による搜索と比較し、海の状況や天候などの影響を受けにくい。さらに近年では、ドローンから得られた写

真を機械学習により AI が発見する検討もなされている⁹⁸。

4.4 Water Safety Net System の開発に向けて

日常のウェアラブルデバイスのデータ蓄積、VR での危険体験時のデータの蓄積により、遠泳教育時の危険を予測することもこれから可能になっていくであろう。ドローンを通信用の中継機にすることでこれまで以上に高速化かつ効率的にデータ処理を行うことができるように想定されている⁹⁹。ドローンを通信用の中継機とし、ウェアラブルデバイスから得られるデータとドローンの映像を同時に活用することで、水難者の発見が迅速になることが期待される。さらに、必要に応じて自動膨張式救命胴衣を投下するシステムを構築することで Internet of Things (IoT) テクノロジーを活用した網羅的安全管理システムの構築が可能になる。リスクをとともう自然環境下での教育活動として位置づけられてきた海での「遠泳」を、IoT テクノロジーで網羅的にシステム化された安心・安全をベースに、体験型総合学習としてイノベーションを起こし、デジタルトランスフォーメーションを実現することで、「遠泳」の普及、そして、水難事故の減少につなげていく必要がある。そのためには、現在の科学技術を活用し、WSNS を構築した遠泳教育モデルが必要となってくる。

5. おわりに

日本での水泳教育は、水難事故の減少に向けて泳力向上を目的として始まった。今日では、新学習指導要領の水泳運動に「安全確保につながる運動」が記載され、子どもたち自身の調水力の育成が示された。遠泳教育は、自然を知り、生きた水を知ることによって自然の驚異と脅威の二面性を学ぶことができる。遠泳教育そのものが子どもたちの調水力の育成に有効な手段といえる。しかしながら、安全に遠泳を行うことが困難であることなどから遠泳を実施している学校は減少している。遠泳実施の問題点である「安全性」を向上させる。VR、ウェアラブルデバイス、ドローンをはじめとした ICT 機器を活用した WSNS の構築は非常に有益である。「遠泳」を安心・安全をベースに、体験型総合学習としてイノベーションを起こし、デジタルトランスフォーメーションを実現することで、より安全で教育効果の高い水辺学習の機会をサポートし、遠泳教育による子どもたちの調水力につながることを期待したい。

文 献

- 1) 木村一彦, 矢野博己:「今こそ、子どもたちに遠泳を!」, フリースペース, 東京, 2013.
- 2) 三宅信花, 西條修光:遠泳における泳力と有能感, 不安感の関連—遠泳前後の比較から—, 日本体育大学紀要, 16

- (1), 29-35, 2006.
- 3) World Health Organization : Drowning. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drowning>, [2021]. (2020.4.25確認)
 - 4) World Health Organization : Global report on drowning: Preventing a leading killer. <https://www.who.int/publications/i/item/global-report-on-drowning-preventing-a-leading-killer>, [2014]. (2020.4.25確認)
 - 5) 警察庁生活安全局生活安全企画課 : 令和2年における水難の概要. https://www.npa.go.jp/publications/statistics/safetylife/chiiki/R02suinan_gaikyou.pdf, [2021]. (2020.4.25確認)
 - 6) 海上保安庁 : 令和2年 海難の現状と対策—大切な命を守るために—. https://www6.kaiho.mlit.go.jp/info/keihatsu/20210630_state_measure01.pdf, [2021]. (2020.4.25確認)
 - 7) World Health Organization : Preventing drowning: An implementation guide. <https://www.who.int/publications/i/item/preventing-drowning-an-implementation-guide>, [2017]. (2020.2.25確認)
 - 8) Brenner RA, Saluja G and Smith GS : Swimming lessons, swimming ability, and the risk of drowning. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 10(4), 211-6, 2003.
 - 9) Moran K, Stallman RK, Kjendlie P, Dahl D, Blitvich JD, Petrass LA, McElroy GK, Goya T, Teramoto K, ... Shimongata S : Can you swim? an exploration of measuring real and perceived water competency. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 6, 122-135, 2012.
 - 10) Stallman R, Moran K and Langendorfer S : From swimming skill to water competence: Towards a more inclusive drowning prevention future. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 10(2), 1-35, 2017.
 - 11) Stallman RK, Junge M and Blixt T : The teaching of swimming based on a model derived from the causes of drowning. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 2, 372-382, 2008.
 - 12) Asher KN, Rivara FP, Deborah Felix, Linley Vance and Rosemary Dunne : Water safety training as a potential means of reducing risk of young children's drowning. *Injury Prevention*, 1, 228-2233, 1995.
 - 13) Hulteen RM, Morgan PJ, Barnett LM, Stodden DF and Lubans DR : Development of foundational movement skills: A conceptual model for physical activity across the lifespan. *Sports Medicine*, 48, 1533-1540, 2018.
 - 14) 山中裕太, 村瀬瑠美, 高木英樹 : 水中での自己保全能力を高める大学水泳授業の指導理論の解明. *体育学研究*, 66, 657-675, 2021.
 - 15) 土居陽治郎, 下永田修二 : 学校プール建設の歴史と学校体育における水泳教育の変遷. *国際武道大学紀要*, 25, 31-41, 2009.
 - 16) 松原匠, 長見真 : 戦後学校体育における水泳授業に関する研究—生涯スポーツを志向する水泳授業を視点として—. *仙台大学大学院スポーツ科学研究科修士論文集*, 15, 101-108, 2014.
 - 17) 松井敦典, 南隆尚, 野村照夫 : 日本の水泳教育における着衣泳の普及と取り扱いに関する論考. *Japanese Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise*, 19(1), 8-15, 2016.
 - 18) Wu Y, Huang Y, Schwebel DC and Hu G : Unintentional child and adolescent drowning mortality from 2000 to 2013 in 21 countries: Analysis of the WHO mortality database. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), 875, 2017.
 - 19) World Health Organization : Mortality data base documentation: Mortality, ICD-8. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/world-health-data-platform/mortality-raw-data/morticd08.zip?sfvrsn=6e1eba55_7&ua=1, [2012]. (2020.4.25確認)
 - 20) 文部科学省 : 中学校学習指導要領解説 保健体育編. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2011/01/21/1234912_009.pdf, [2008]. (2020.4.25確認)
 - 21) 文部科学省 : 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 体育編. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_010.pdf, [2017]. (2020.4.25確認)
 - 22) 佐藤友音, 池田拓人 : 小学校体育における水泳授業の実態に関する研究—目標・内容・方法に着目した課題の抽出—. *和歌山大学教育学紀要 教育科学*, 70, 109-116, 2020.
 - 23) 山中裕太, 村瀬瑠美, 本間美和子, 仙石泰雄, 角川隆明, 高木英樹 : 大学の水泳授業の全国的実態と授業実施の問題点に関する調査. *大学体育スポーツ学研究*, 18, 152-161, 2021.

- 24) 中央教育審議会：幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）。https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2009/05/12/1216828_1.pdf, [2016]. (2020.4.25確認)
- 25) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 保健体育科編。https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_008.pdf, [2017]. (2020.2.25確認)
- 26) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成29年告示）解説 保健体育科編 体育編。https://www.mext.go.jp/content/1407073_07_1_2.pdf, [2018]. (2020.2.25確認)
- 27) 柳敏晴：水辺の野外教育と環境教育。環境教育，23(2)，14-26，2013.
- 28) 青木康太郎，福田芳則，谷健二，下地隆，小松由美：水辺活動におけるウォーターワイズプログラムが児童の生きる力に及ぼす効果。野外教育研究，8(2)，59-70，2005.
- 29) 浅井泰詞，水上健一，深田喜八郎，青木謙介，樋口和洋，中村剛野：外教育が大学生の自己効力感に及ぼす影響—マリンスポーツ実習に着目して—。武蔵野大学教養教育リサーチセンター紀要，10，71-78，2020.
- 30) 蓬郷尚代，千足耕一，小山浩：海辺の体験教育が参加者に及ぼす教育的効果に関する調査研究。SSF スポーツ政策研究，1(1)，233-241，2012.
- 31) 日本水泳連盟：安全水泳。第3版。大修館書店，東京，2007.
- 32) 大阪市教育委員会：水泳の手引き（平成24年8月改訂）。<https://paperzz.com/doc/6242946/>，2012. (2020.2.25確認)
- 33) 池畑亜由美，鈴木大地，廣瀬伸良，川合武司，長谷川望：海浜実習における状態不安に関する研究。順天堂大学スポーツ健康科学研究，6，39-48，2002.
- 34) 藤原有子，米谷正造，田島誠：初等・中等・高等教育における遠泳の実態—2007年調査結果との比較から—。川崎医療福祉学会誌，28(1)，269-274，2018.
- 35) 池上晶子，矢野博己，星島葉子，長尾光城，木村一彦：大学生を対象とした水泳実習の安全対策について。川崎医療福祉学会誌，9(2)，301-307，1999.
- 36) 藤原有子，星島葉子，田島誠，矢野博己，木村一彦：遠泳実習を目的とした水泳授業における体脂肪率と体温変化との関係。川崎医療福祉学会誌，12(1)，175-179，2002.
- 37) 田島誠，矢野博己，木村一彦：海での遠泳実習に対する状態不安。岡山体育学研究，9，23-26，2002.
- 38) 矢野博己，藤塚千秋，椎葉大輔，藤原有子，米谷正造，木村一彦：全国の小・中学校および高等学校の遠泳実施状況調査。川崎医療福祉学会誌，15，303-308，2005.
- 39) Fujiwara Y, Kremenik M, Tajima M, Kimura K and Yano H : A nationwide survey of practical long-distance swims in high schools in Japan. *Kawasaki Journal of Medical Welfare*, 12(2), 85-88, 2007.
- 40) 内閣府：科学技術基本計画。<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>, [2016]. (2021.2.25確認)
- 41) Ruppa MA, Odetteb KL, Kozachuka J, JMichaelisa JR, Smithera JA and McConnella DS : Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256-268, 2019.
- 42) Bessa M, Melo M, Narciso D, Barbosa L and Vasconcelos-Raposo J : Does 3D 360 video enhance user's VR experience?: An evaluation study. *Interacción '16: Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction*, 16, 1-4, 2016.
- 43) Hosseini M : View-aware tile-based adaptations in 360 virtual reality video streaming. *Proceedings-IEEE Virtual Reality*, 423-424, 2017.
- 44) Hosseini M and Swaminathan V : Adaptive 360 VR video streaming: Divide and conquer. *2016 IEEE International Symposium on Multimedia*, 107-110, 2017.
- 45) Wang G, Gu W and Suh A : The effects of 360-degree VR videos on audience engagement: Evidence from the new york times. *HCI in Business, Government, and Organizations*, 217-235, 2018.
- 46) Zhou C, Li Z and Liu Y : A measurement study of oculus 360 degree video streaming. *Proceedings of the 8th ACM Multimedia Systems Conference*, 27-37, 2017.
- 47) Li C, Liang W, Quigley C and Zhao Y : Lap-Fai yu earthquake safety training through virtual drills. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(4), 1275-1285, 2017.
- 48) Shewaga R, Uribe-Quevedo A, Kapralos B, Lee K and Alam F : A serious game for anesthesia-based crisis resource management training. *Computers in Entertainment*, 16(2), 1-16, 2018.

- 49) Wyk EV and Villiers RD : Virtual reality training applications for the mining industry. *Proceedings of the 6th International Conference on Computer Graphics*, 53-63, 2009.
- 50) Yu F, Hu X, Ma C, Zhao Y, Liu Y, Yang F and Chen G : MDIS cloth system: Virtual reality technology for firefighter training. *Proceedings of the 15th ACM SIGGRAPH Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry*, 219-225, 2016.
- 51) 塩崎大輔, 橋本雄一 : WebVR を用いた疑似津波避難訓練システムの開発. 研究報告情報システムと社会環境, 4, 1-6, 2018.
- 52) Albaa PA, Keanea T, Matthews B, Simpson K, Strugnelli G and Kaufman CJ : The potential of 360-degree virtual reality videos to teach water-safety skills to children. *Computers & Education*, 163, 1-15, 2021.
- 53) Caserman P, Zhang H, Zinnäcker J and Göbel S : Development of a directed teleport function for immersive training in virtual reality. *2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications*, 2019.
- 54) Makransky G, Terkildsen TS and Mayer RE : Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225-236, 2019.
- 55) Merchant Z, Goetz ET, Cifuentes L, Kennicutt WK and Davis TJ : Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A metaanalysis. *Computers & Education*, 70, 29-40, 2014.
- 56) Mikropoulos TA and Natsis A : Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999-2009). *Computers & Education*, 56(3), 769-780, 2011.
- 57) Cheng KH and Tsai CC : A case study of immersive virtual field trips in an elementary classroom: Students' learning experience and teacher-student interaction behaviors. *Computers & Education*, 140, 2019.
- 58) Han I : Immersive virtual field trips in education: A mixed-methods study on elementary students' presence and perceived learning. *British Journal of Education Technology*, 51(2), 420-435, 2020.
- 59) Rupp MA, Odette KL, Kozachuka J, Michaelisa JR, Smithera JA and McConnell DS : Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256-268, 2019.
- 60) Urdinola DFA, Castro CC and Hoyos A : Meta-Analysis assessing the effects of virtual reality training on student learning and skills development. *Policy Research Working Paper*, 9587, 2021.
- 61) Bertram J, Moskaliuk J and Cress U : Virtual training: Making reality work? *Computers in Human Behavior*, 43, 284-292, 2015.
- 62) Çakiroğlu Ü and Gököğlü S : Development of fire safety behavioral skills via virtual reality. *Computers & Education*, 133, 56-68, 2019.
- 63) Schwebel DC, Gaines J and Severson J : Validation of virtual reality as a tool to understand and prevent child pedestrian injury. *Accident Analysis & Prevention*, 40(4), 1394-1400, 2008.
- 64) Smith S and Ericson E : Using immersive game-based virtual reality to teach fire-safety skills to children. *Virtual Reality*, 13, 87-99, 2009.
- 65) 池井寧 : バーチャルリアリティによる身体的追体験. バイオメカニズム学会誌, 43(1), 17-22, 2019.
- 66) 総務省 : 情報通信白書令和2年版. <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd266120.html>, [2020]. (2021.2.25確認)
- 67) World Health Organization : Global action plan on physical activity 2018-2030. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-jpn.pdf?sequence=25&isAllowed=y>, [2018]. (2021.2.25確認)
- 68) 天笠志保, 荒神裕之, 門間陽樹, 鳥取伸彬, 井上茂 : 新型コロナウイルス感染症流行下における身体活動研究の現状—デジタル技術の革新・普及による身体活動研究の方法論的特徴とその知見—. 運動疫学研究, 23(1), 5-14, 2021.
- 69) Althoff T, Sosić R, Hicks JL, King AC, Delp SL and Leskovec J : Large-scale physical activity data reveal worldwide activity inequality. *Nature*, 547, 336-339, 2017.
- 70) 天笠志保, 荒神裕之, 鎌田真光, 福岡豊, 井上茂 : 医療・健康分野におけるスマートフォンおよびウェアラブルデバイスをを用いた身体活動の評価—現状と今後の展望—. 日本公衛誌, 68(9), 585-596, 2021.
- 71) Piwek L, Ellis DA, Andrews S and Joinson A : The rise of consumer health wearables: promises and barriers. *PLOS Medicine*, 13(2), 2016.

- 72) Kario K : Management of hypertension in the digital era small wearable monitoring devices for remote blood pressure monitoring. *Hypertension*, 76(3), 640-650, 2020.
- 73) León CR, Villalonga C, Torres MM, Ruiz JR and Banos O : Mobile and wearable technology for the monitoring of diabetes-related parameters: systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(6), e25138, 2021.
- 74) Georgiou K, Larentzakis AV, Khamis NN, Alsuhaibani GI, Alaska YA and Giallafos EJ : Can wearable devices accurately measure heart rate variability? a systematic review. *Folia Med (Plovdiv)*, 60(1), 7-20, 2018.
- 75) Lambert CT, Bumgarner JM and Tarakji KG : Atrial fibrillation detection with wearable devices. *Journal of American Medical Association*, 321(23), 2367-2368, 2019.
- 76) Ip JE. Atrial fibrillation detection with wearable devices-reply. *Journal of American Medical Association*, 321(23), 2368-2369, 2019.
- 77) Verdru J and Van Paesschen W : Wearable seizure detection devices in refractory epilepsy. *Acta Neurol Belg*, 120 (6), 1271-1281, 2020.
- 78) 野波健蔵 : 世界のドローン開発動向と農業応用からみた課題と展望. 計測と制御, 55(9), 780-787, 2016.
- 79) Avanzato R and Beritelli F : An innovative technique for identification of missing persons in natural disaster based on drone-femtocell systems. *Sensors*, 19(20), 4547, 2019.
- 80) Besada JA, Bergesio L, Campaña I, Melchor DV, Araquistain JL, Bernardos M and Casar JR : Drone mission definition and implementation for automated infrastructure inspection using airborne sensors. *Sensor*, 18(4), 1170, 2018.
- 81) Carlson DF and Rysgaard S : Adapting open-source drone autopilots for real-time iceberg observations. *MethodsX*, 5, 1059-1072, 2018.
- 82) Ruwaimana M, Satyanarayana B, Otero V, Muslim AM, Muhammad SA, Ibrahim S, Raymaekers D, Koedam N and Guebas FD : The advantages of using drones over space-borne imagery in the mapping of mangrove forests. *Plos one*, 13(7), 2018.
- 83) Torres LG, Barlow DR, Chandler TE and Burnett JD : Insight into the kinematics of blue whale surface foraging through drone observations and prey data. *PeerJ*, 1, 19, 2020.
- 84) Maeda T, Ochi S, Ringhofer M, Sosa S, Sueur C, Hirata S and Yamamoto S : Aerial drone observations identified a multilevel society in feral horses. *Scientific Reports*, 11(71), 1-12, 2021.
- 85) Amin P, Ghalibaf MA and Hosseini M : Modeling for temporal land subsidence forecasting using field surveying with complementary drone imagery testing in Yazd Plain, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(29), 2022.
- 86) 佐藤彰 : 産業用無人ヘリコプタの歴史と今後の展望. 日本ロボット学会誌, 34(2), 113-115, 2016.
- 87) Bindemann M, Fysh MC, Sage SSK, Douglas K and Tummon HM : Person identification from aerial footage by a remote-controlled drone. *Scientific Reports*, 7(13629), 2017.
- 88) Hannan A, Hussain F, Ali N, Haq MEU, Ashraf MU, Alghamdi AM and Alfakeeh AS : A decentralized hybrid computing consumer authentication framework for a reliable drone delivery as a service. *Plos one*, 16(4), 1-20, 2021.
- 89) Amukele TK, Sokoll LJ, Pepper D, Howard DP and Street J : Can unmanned aerial systems (drones) be used for the routine transport of chemistry, hematology, and coagulation laboratory specimens? *Plos one*, 10(7), 1-15, 2015.
- 90) Amukele T, Ness PM, Tobian AAR, Boyd J and Street J : Drone transportation of blood products. *Transfusion*, 57(3), 582-588, 2017.
- 91) Claesson A, Fredman D, Svensson L, Ringh M, Hollenberg J, Nordberg P, Rosenqvist M, Djarv T, Österberg S, ...Ban Y : Unmanned aerial vehicles (drones) in out-of-hospital-cardiac-arrest. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1), 124, 2016.
- 92) Rees N, Howitt J, Breyley N, Geoghegan P and Powel C : A simulation study of drone delivery of automated external defibrillator (AED) in out of hospital cardiac arrest (OHCA) in the UK. *Plos one*, 16(11), 1-9, 2021.
- 93) Fakhruddin SS, Gharghan SK, Naji AA and Chahl J : An Advanced first aid system based on an unmanned aerial vehicles and a wireless body area sensor network for elderly persons in outdoor environments. *Sensor*, 19, 2955, 2019.
- 94) Seguína C, Blaquièrea G, Loundoub A, Micheletc P and Markarian T : Unmanned aerial vehicles (drones) to

- prevent drowning. *Resuscitation*, 127, 63-67, 2018.
- 95) Bäckman A, Hollenberg J, Svensson L, Ringh M, Nordberg P, Djärv T, Forsberg S, Hernborg O and Claesson A : Drones for provision of flotation support in simulated drowning. *Air Medical Journal*, 37, 170-173, 2018.
- 96) 宇多高明, 大谷靖郎, 永沼慎吾, 大崎康弘, 大木康弘, 中村明日人 : 鹿島灘に面した銚田海岸での離岸流観測. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 74(2), 97-102, 2018.
- 97) Claessona A, Svenssona L, Nordberga P, Ringha M, Rosenqvista M, Djarva T, Samuelssonb J, Hernborgc O, Dahlbomd P, ...Hollenberg J : Drones may be used to save lives in out of hospital cardiac arrest due to drowning. *Resuscitation*, 114, 152-156, 2017.
- 98) Claessona A, Schierbeck S, Hollenberg J, Forsberg S, Nordberg P, Ringh M, Olausson M, Jansson A and Nord A : The use of drones and a machine-learning model for recognition of simulated drowning victims: A feasibility study. *Resuscitation*, 156, 169-201, 2020.
- 99) Rezende JCV, Silva RI and Souza MJF : Gathering big data in wireless sensor networks by drone. *Sensors*, 20(23), 6954, 2020.

(2022年5月23日受理)

Potential for a Water Education Model Using Information and Communication Technology

Hiroki HAMADA, Yuko NAKAO, Takashi YAMAGATA, Masato KAWASHIMA,
Eri OYANAGI, Toshihiro WAKIMOTO, Hisashi MIYAZAKI and Hiromi YANO

(Accepted May 23, 2022)

Key words : water competency, wearable device, drone, virtual reality, artificial intelligence

Abstract

It is estimated that there are about 240,000 drowning deaths worldwide annually, and drowning is the third leading cause of unintentional accidents. Lack of education on swimming and water safety management ability is considered the greatest risk for drowning. Therefore, there should be prioritized training in basic swimming skills, water competency in the waterside environment, and age-appropriate rescue methods. To reduce drownings, education on water competency is also needed, though learning swimming skills in swimming classes is essential. In order to learn both the wonders and threats of nature, and then to understand safety management skills, it is necessary to promote waterside education, including distance swimming, in educational setting. However, it is difficult to practice long-distance swimming in educational settings, while the number of schools that conduct long-distance swimming is decreasing. We believe that the use of Information and Communication Technology (ICT) devices such as Virtual Reality (VR), wearable devices, and drones can circumvent the problems associated with long-distance swimming accidents. Digital transformation as experiential learning might support safe and educationally effective waterside learning. In this review, we describe how to connect students to water-related competency by supporting safe and educationally effective waterfront learning opportunities.

Correspondence to : Hiroki HAMADA

Department of Health and Sports Science
Faculty of Health Science and Technology
Kawasaki University of Medical Welfare
288 Matsushima, Kurashiki, 701-0193, Japan
E-mail : h.hamada@mw.kawasaki-m.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.32, No.1, 2022 1 - 11)