

研究ノート

科学的探究の本質（NOSI）の理解促進と 科学系部活動との関連についての基礎的考察

—アマチュア無線を主とする部活動の教育的意義に着目して—

Fundamental Considerations on the Promotion of Understanding of the
Nature of Scientific Inquiry (NOSI) and its Relation to Science Clubs

—Focusing on the Educational Significance of Amateur Radio Clubs—

中村泰輔*

Taisuke NAKAMURA

キーワード：科学的探究，科学的探究の本質，NOSI，部活動，アマチュア無線

Keywords：Scientific Inquiry，NOSI，science clubs in schools，amateur radio

要約

学校教育において児童生徒が科学的探究の本質（Nature of Scientific Inquiry、NOSI）の理解を深めうる場として科学系部活動がある。本稿ではアマチュア無線の部活動（無線部）に着目した。アマチュア無線と教育との関連、無線部の活動実態及び活動の特質について考察したところ、アマチュア無線は多様な文脈から学校教育へ導入する意義が強調されており、その意義は、無線部において取り組まれている活動においても具体化されていた。児童生徒は無線部の活動を通して、NOSIの理解を深める可能性が示唆された。

Abstract

In schools, science clubs provide an opportunity for students to deepen their understanding of the Nature of Scientific Inquiry (NOSI). This paper focuses on amateur radio clubs. The relationship between amateur radio and education, the actual activities of the clubs, and the characteristics of the clubs' activities are discussed. The significance of introducing amateur radio into schools was emphasized from various contexts, and this significance was embodied in the activities conducted by the clubs. It was suggested that students may deepen their understanding of NOSI through these activities.

* 東海学園大学教育学部教育学科

1. 問題の所在と目的

初等中等教育段階において、児童生徒は理科などを通じて科学に触れるが、科学の営みの全体像は、科学的知識から直接学べるものではないことから、国内においても学校教育において Nature of Scientific Inquiry (科学的探究の本質、以下 NOSI と略記) の理解促進を図る指導法が追究されている(中村、2021 等)。一方で、国内の学校においては、自然科学や科学技術を対象とした部活動(以下、科学系部活動)がよく見られる。これらの活動に積極的に参加する児童生徒は、授業以外の場面でも科学的探究に触れることから、NOSI の理解に特徴が見られる可能性が大きく、学校の理科の授業にも好影響を及ぼすことが想定される。このような問題意識から、科学系部活動が NOSI の理解促進に果たす役割を、アマチュア無線を中心として取り扱う部活動(以下、無線部)を事例として考察することで、科学系部活動と NOSI の理解促進との関連性の一端を明らかにする。

2. 研究の方法

研究の目的を達成するため、科学系部活動と NOSI との関連について文献調査を行う。次に、無線部に着目して分析を行う。アマチュア無線にはその定義上、NOSI の要諦が色濃く反映されていることが見込まれ、無線部においても NOSI の理解促進が図られることが期待できるため、本稿の事例とする。アマチュア無線を教育に取り入れる意義に関して、国内外における議論の動向を整理するとともに、国内における無線部の活動の実態を調査し、活動の特質を分析する。その上で、無線部をはじめとした科学系部活動が、NOSI の理解促進に果たしうる役割について議論する。

3. 科学系部活動と NOSI との関連について

3. 1 NOSI への注目

科学的探究についての理解への言及は、主に米国において科学的リテラシーの観点からなされてきた。科学的探究の経験も、科学的探究についての理解も、どちらも科学的リテラシーには不可欠であるという考え方(AAAS, 1993、NRC, 2000、NRC, 2012 など)を基に、児童生徒の理解すべき事柄として、NOSI が強調されている。この強調がなされる背景の一つには、探究の過程への見方が、科学的探究についての理解をゆがめている、という懸念がある。Schwartz et al. (2008) は、NOSI とは科学的知識が構成され正当化される際に経る過程の本質と理論的根拠への見方であり、NOSI の側面は探究の過程すなわちどのように知識が生成され受け入れられるかに関連する、と述べている。Lederman et al. (2012) は、大学入学前の生徒や一般大衆が、科学的探究を科学的方法と同一視し、その方法を成功へのレシピであるかのように生徒が暗記・暗唱・追従しているという批判に言及し、科学的探究は問いがアプローチを方向付け、そのアプローチ

は科学的原理や分野の中で、あるいはそれらを超えて広がっているものだと論じている。科学的探究の過程とは、単なる方法論ではなく知識を生成するものであり、科学的探究が、柔軟かつ多様な様相を有していることに注目しているのである。NOSI の理解についても、探究スキルに長けるだけで深まるわけではなく、探究の過程を通して知識が生み出され、その知識が受け入れられるさまを理解することで深まるのだということを指摘していると言える。このことは、NOSI に関する実態調査の項目や、NOSI 概念の提示にも表れている。Lederman et al. (2014) は、NOSI の実態調査に際し、生徒の理解を問う項目として「科学的調査 (investigation) は問いで始まるのであり、必ずしもすべての科学的調査が仮説を検証するとは限らない」「すべての調査において唯一の道が存在するわけではない」「探究の手続きは答えるべき問いによって方向付けられる」「同じ手続きを踏んでいるすべての科学者が同じ結果を得るわけではない」「探究の手続きは結果に影響を及ぼすことがある」「研究の結論は収集したデータに関係していなければならない」「科学的なデータは科学的な証拠と同じではない」「説明は、収集したデータと既知の内容の組み合わせから生み出される」の8項目を挙げた。また、NOSI を取り上げている米国の探究教材“*Argument-Driven Inquiry*”の9-12学年向け指導書 (Hunter et al., 2020) においては、NOSI 概念として「科学の文化、社会的ニーズ、現在の出来事が、どのように科学者の仕事に影響を与えているか」「様々な種類の問いに答えるために、科学者たちはどのように様々な方法を用いているか」「科学における秩序や一貫性について、科学者によって作られた仮定」「科学者たちは自然世界あるいは物質世界についての問いをどのように調査 (investigate) するか」「科学における実験の本質と役割」を挙げている。

NOSI の意味内容は広がりを持っており、少ない項目に絞ることは困難であるが、科学的探究は問いから始まること、問いから結論を出すまでの手続きは首尾一貫していても複雑である(単一でない) こと、データと証拠を区別して扱うことが重要である (中村, 2021)。また、上記先行研究においては、探究を手掛けた人物や探究の手続き、世の中の動き等が探究の結果に影響を及ぼしうること、科学者間での規範や合意などが存在し、その範囲で科学的探究を行っていること、などの内容についても強調されていると言えよう。

一方、国内の学習指導要領解説で示されている「探究の過程」(文部科学省, 2021) は、見通しと振り返り、次の探究の過程へつながる部分はあり、必ずしも一方向の流れではないとも書き添えてあるが、科学的探究の柔軟性や多様性等について、直接的に言及してはいない。総合的な探究の時間を含めて、探究活動を多くの学校で、多くの場面で手掛けるようになっているからこそ、学校教育においても、NOSI について児童生徒が理解を深められるよう、児童生徒の行う科学的探究において NOSI を考慮することが重要になってくる。

3. 2 科学系部活動における科学的探究

国内の学校現場において、問いによって手続きが方向付けられ、比較的柔軟で多様な科学的探究が行われる状況が具体化している場の一つとして、科学系部活動がある。科学系部活動では、活動内容として科学的探究を含むことが多く、授業で一斉に行う観察・実験とは一線を画している。部活動については中学校・高等学校学習指導要領において、「学校教育の一環として」行われるものであることに加え、「生徒の自主的、自発的な参加により行われる部活動については、スポーツや文化及び科学等に親しませ、学習意欲の向上や責任感、連帯感の涵養等、学校教育が目指す資質・能力の育成に資するもの」(文部科学省、2017 および 文部科学省、2018)とも記されており、科学系部活動もこの中に位置づけられる。また、文化庁(2018)では、部活動が異年齢との交流の中で行われることにも言及している。総合的な探究の時間・総合的な学習の時間の一環として行う探究活動でも、様々な問いに基づいた科学的探究が見られるが、同学年での研究が多い。科学系部活動では、探究の問いおよび、問いによって導かれる探究の手続きが多様であり、探究を深める期間も、単年度ではなく、長期にわたることもある。また、探究を手掛ける人々の規範や合意等の存在も見えてくるため、科学系部活動に積極的に参加している児童生徒は、NOSIの理解を深めている可能性が大きいと考えられ、その児童生徒が学校の理科の授業へ参加することにより、学校の理科の授業にも好影響を及ぼしていることが想定される。ただし、科学系部活動は、その設置形態や活動実態が実に様々である。文化部⁽¹⁾に対する生徒のニーズも多彩であり、大会等に積極的に挑戦する生徒、居場所として大切にしている生徒、部活動をきっかけに芸術文化等の専門家になる生徒、部活動の選択肢が少ない等で入部する生徒もいるという分析がなされている(文化庁、2018)。必ずしも科学系部活動に携わる生徒が、科学者や専門家を目指しているわけではないことに留意する必要がある。

4. 科学系部活動における NOSI — 無線部に着目して

4. 1 アマチュア無線とは

本稿では、科学系部活動の一つとして無線部を取り上げる。アマチュア無線とは、電波法令⁽²⁾におけるアマチュア業務、すなわち「金銭上の利益のためでなく、もっぱら個人的な無線技術の興味によって行う自己訓練、通信及び技術的研究その他総務大臣が別に告示する業務を行う無線通信業務」を行うことを指している。様々な楽しみ方があることから「趣味の王様」とも呼ばれ、日本国内で約37万人、世界で約300万人のアマチュア無線家がいると言われている(総務省電波利用ホームページ、n.d.)。

4. 2 教育へのアマチュア無線の導入に関する国内の動向

まず、アマチュア無線を教育に取り入れることの意義についての先行研究を概観する。三木

(2012) は、アマチュア無線が若い世代に科学技術に興味を持たせるきっかけを与え、人材育成への貢献という重要な意義を持っていると主張し、この背景として、現在の科学技術に携わっている人の中に、幼少期のラジオ製作体験や科学の実験によって電波や物理に興味を持ち、アマチュア無線を趣味とするようになった人が多いこと、また、無線通信の初期の発展段階では、アマチュア無線による実験や実績が業務用の無線通信に波及した事例も数多くあったことを挙げている。仲田 (2015) は、技術・経済発展におけるアマチュア無線の役割を考究する中で、若き日のアマチュア無線家が、アマチュアとしての経験と技術等を用いて役割を果たした事例を検討し、アマチュアの志とあくなき探究心が、ラジオ技術の向上をもたらし、社会および経済の発展に影響を与えたことを指摘している。須田 (2023) も、Apple 共同創業者の一人がアマチュア無線を通じた知識やスキル、体験がキャリアにつながっているというインタビューを紹介し、アマチュア無線が、未来のテクノロジー革命の担い手を育てるものであることを主張している。このように、科学技術を支える人材育成と、アマチュア無線の経験を関連づける視点は、総務省における「ワイヤレス人材」の育成に向けた政策にも見られ、近年は体験運用も可能になった（総務省電波利用ホームページ、n.d.）。ワイヤレス人材について高田 (2019) は、ワイヤレス利活用を推進するための知識や能力を有する人材と捉えている。また、関根 (2023) は、ワイヤレス人材は無線通信技術の知識を通して社会で活躍すると述べ、加えて、「無線業界に進まなくても、その基礎的な知見は情報通信技術を活用する立場でも役に立つのではないか」というコメントも紹介している。

アマチュア無線および関連技術は電波に関する科学技術のみならず社会・文化の発展につながってきたという歴史的経緯を踏まえ、アマチュア無線は未来の科学技術や社会を支える人材育成にも資すると予測できることが、アマチュア無線を教育へ導入する意義を支えていると言える。

次に、学校においてアマチュア無線を教科指導に利用することを指向した事例を紹介する。小林他 (2020) は、人工衛星の電波受信実験を、科学教室や高校の授業において実践し、実験教材の満足度のみならず、理科の有用感、物理内容の理解の深まりについても有意な向上が見られたことを報告している。大学等で開発されている超小型人工衛星にはアマチュア無線を用いてビーコンを送信しているものがあり、無線機と指向性のあるアンテナで受信できることに着目している。岡田他 (2007) は、アマチュア無線の電波が流星に当たると散乱する性質を用いた流星電波観測の一種 HRO (Ham-band Radio Observation) を用いて、都市部でも流星の観測ができたことを報告し、流星電波観測が学生のアマチュア無線への興味につながることを望まれる、と述べている。加えて、岡田他 (2008) では、スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 指定校である高校の授業の一環として HRO を共同研究し、その成果を報告している。山本 (2023) は、地球と宇宙についての学習において天体の観察の重要性に言及した上で、国際宇宙ステーション (ISS) の教材化に報告している。ISS の観察に関わって、アマチュア無線で ISS と直接交信を試みるイベント、ARISS (Amateur Radio on the International Space Station)⁽³⁾ について、ISS を肉眼で見

上げながら、生徒たちとの交信の様子をリアルタイムで共有したことに触れ、生徒はISSに滞在する宇宙飛行士との直接交信を通じて、宇宙環境を意識するとともに、宇宙飛行士の視点で地球を俯瞰し、天動説から地動説へのパラダイムシフトを達成しやすくなると論じている。

さらに、学校教育における総合的な学習の時間、総合的な探究の時間、特別活動を念頭に置いた指導事例もある。大泉（2011）は、総合的な学習の時間において、防災学習の一つとしてアマチュア無線技術の活用を指向した実証的研究を行っている。当時は無資格の児童生徒がアマチュア無線の電波を送信することが原則的に不可能であり、ガールスカウトの非常通信訓練を事例としてシミュレーションを行った結果、子どもたちは、訓練を自分たちの力で実施することで、災害時に自らができることを自覚した、と指摘している。その上で、評価ルーブリックを提案するとともに、無資格者のアマチュア無線の利用の道を開くことを提言している。寺重他（2017）は、アマチュア無線局の活動例として、国内外のアマチュア無線局との交信、技術的活動、社会貢献活動、非常通信、学校教育における活用事例を挙げ、総合的な学習の時間の趣旨と対照し、よく整合することを検証した。寺田他（2018）は無線従事者国家試験制度がアマチュアからプロの資格へとつながることを示し、総合的な探究の時間においてキャリア教育の視点からアマチュア無線を取り入れたカリキュラムを提案している。無線従事者国家試験制度に関しては、寺重他（2018）も、職業教育（専門教育）を中心とする学科の特別活動（ホームルーム活動）におけるキャリア教育として、取り組みの事例を提案している。

このように、アマチュア無線の学校教育への導入については、電波の持つ特性を生かして教科指導のツールとして生かす事例、無線の運用技術習得を通して社会貢献を目指す事例、資格取得を通してキャリア教育につなげる事例等が見られた。

4. 3 教育へのアマチュア無線の導入に関する米国の動向

米国においても、アマチュア無線を教育に導入することの重要性が力説されている。ARRL（アメリカ無線中継連盟）では、ETP（Education & Technology Program）というプログラムが2000年から立ち上がっており（Hill, 2002）、科学、数学、国語、社会といった分野に学生への参加を促すことを一つの目的にしている。基礎的な電子工学と無線に関する科学が今日の科学技術にどのように応用されているか、そしてそれをどのように生徒に伝えるかを教師が学ぶのに必要な情報を提供し、教師と生徒の両方がワイヤレス技術のリテラシーを達成することを目指している。キャリアに関しても、アマチュア無線を実践的に学ぶことで、専門的なキャリアの選択につながるスキルと興味を養うことができる、と説明している（ARRL, n.d.）。また、Lennon（2016）は、アマチュア無線が電波技術の限界に挑む実験家によって形成されており、それが中核にあるために、STEM教育にフィットすると述べている。また、アマチュア無線はハンズオンの探究と実験に重点を置いており、それは複雑な技術系教科を理解する助けとなる完璧なツールであり、学習

目標にも沿い、理論と実践の両方を教室において指導するのも効果的な方法であると主張している。その上で、電波技術のリテラシーを出発点として、STEM 各分野だけでなく、地理、読み書きを含む教科内容を、学年に合わせて構成できるとも述べ、物理、地球科学、人工衛星の情報利用、ARISS、リモートセンシング等の事例を紹介している。加えて、アマチュア無線が教科横断的学習、教科外活動、キャリア学習になじむことを指摘した上で、IT の授業に電波技術の内容を取り入れた事例も取り上げている。アマチュア無線を教育に取り入れることは、学習者のキャリア形成に加え、社会的、政治的、文化的、地理的、身体的ハンディキャップの垣根を超えて、地域社会への参加を奨励する、と述べている。

このように米国では、アマチュア無線が STEM 教育および関連分野との親和性を持つことを背景として、学校現場へ科学技術諸分野に応用可能な経験を提供すると同時に教科横断的学習・キャリア学習の題材としても利用できることが強調され、アマチュア無線を基軸として STEM 分野及び周辺分野についての重層的な学習活動を構築するという考え方が見られる。現在、国内では、STEAM 教育への着目が見られ（文部科学省初等中等教育局教育課程課、n.d.）、複数の教科等の見方・考え方を総合的・統一的に働かせながら、文理の枠を超えて実社会の課題を取り扱い探究する活動を充実することや、試行錯誤しながら新たな価値を創造し、よりよい社会を実現しようとする態度を育成することが目指されている。これまで述べてきたように、電波に関する科学技術にとどまらない数多くの分野と関連性を持つアマチュア無線は、国内で標榜されている STEAM 教育においても、実社会の課題を設定する際の、一つの題材となりうる。

そして、NOSI も教科横断的な概念である。中村他 (2023) は、NOSI を導入した STEM 教育に関して、データ収集から考察に至る過程を順序だてて可視化して取り扱うことは、データと証拠の違いについての理解を深めることがうかがえたことを報告している。先行研究にも指摘のある通り、アマチュア無線そのものが実験的な性格を持つ上に、電波が様々なデータを伴って伝わるものであるために、日常的にデータの選択、分析、解釈を行うことが求められ、それは同時に、NOSI の理解促進を図る機会と捉えることができる。

4. 4 国内無線部の実態と、活動についての分析（ラジオスポーツを中心に）

国内の無線部が行っている活動について、ラジオスポーツを中心に分析する。国内において、実態を伴う活動を行っている無線部の数を正確に算出することは難しいが、現在、学校を基盤とする無線局は、小学校から大学まで合わせて国内に 400 局程度あるとみられる。もちろん、無線局だけはあっても活動していない場合もあり、山岳部の持つ無線局や、非常通信を主たる目的とした無線局もこの中に含まれる。また、一般社団法人日本アマチュア無線連盟 (JARL) に所属している学校クラブ (小学校から大学まで) は 58 局である⁽⁴⁾。以降は、中学校や高等学校の無線部に着目する。

無線部では、日常的な無線の送受信と無線機材の整備、電子工作、ものづくり、資格取得に向けた勉強、モールス信号の習得、無線を用いた研究、流星電波観測、人工衛星の電波受信、ロボット関連の研究、ICTスキルの習得と実践、プログラミングなど、各学校が特色を生かして活動を構築しているが、特に、コンテストと ARDF (Amateur Radio Direction Finding の略称) という2種類のラジオスポーツのいずれか一方または両方に取り組む部が多い。コンテストに本格的に参加するには、生徒自身が無線従事者免許を取得していることが必要だが、ARDFに参加するには、電波の受信のみにとどまるため、無線従事者免許が不要である。なお、高校生以下の学校が出場する全国高等学校アマチュア無線コンテストには25校(2024年度)、高校と中学校が出場する全国高等学校 ARDF 競技大会には、24校(2024年度)が出場していた⁽⁵⁾。

コンテストとは、限られた期間中にどれだけ多くの局と交信できるかを競う競技であり、単独に交信局数を競うものから、交信局数・交信した地域数で総得点を出すものなどルールも様々である(一般財団法人日本アマチュア無線振興協会、n.d.)。コンテストの得点を上げるためには、周波数帯の特性や伝搬地域の変化など過去のデータを参考にすること等が念頭に置かれている(高岩、2016)。一方で、想像を超える遠距離まで電波が届くこともあるため、様々なデータを基にし、今、どの方向にどの周波数帯で電波を送受信するのが最も適切かを、送受信を行う生徒自身が判断する必要がある。また、無線機・コネクタ・ケーブル・アンテナ等の送受信系統、マイクや電鍵(モールス信号送出用)、記録用コンピュータ、電源などの諸機材の点検、混信の原因となる事物の確認と除去、送信電波の質の測定など、様々な考慮事項が生じるため、それらを一つ一つ解決する必要がある。

ARDFはアマチュア無線の電波による方向探査競技である。競技地域内に複数台の無線送信機を隠し、送信機から発射されるモールス符号の電波を、方向探知のできる受信機によって受信し、コンパスと競技用の地図を使って発信機の場所を探索する。競技成績は、時間内の探索数が多い方、かつ、スタートからゴールまでの時間の短い方が上位になる(一般社団法人日本アマチュア無線連盟、n.d.)。送信機からの距離と方向を、受信機を用いて特定していくが、送信機の置かれた地点の地形によって、周囲への電波の伝わり方は異なる。電波であるので、自然物による反射等も起こる。受信機の性能やアンテナの指向性を高めた上で、地図から地形を読み取り、電波の発生源を推測し、実際に発信源へ到達しなければならない。電波の聞こえ方をどう解釈するかによって、発信源までの経路も変わるため、競技者の持つ経験だけでなく、その日の発信機の配置、また競技者自身の体力なども勘案しながら、探索を進めなければならない。

さらに、コンテストも ARDF も、一部の大会を除いて、中・高生年代だけでなく、幅広い年代を含む大会構成となっている。生徒は、同じ部の生徒や教員からだけでなく、無線部の卒業生や、他校の生徒、一般の無線愛好家とも関わりを持つ。つまり、競技前後で、異なる世代とのコミュニケーションが行われ、新たな学びを得る、あるいは一つの事象に対して様々な解釈がある

ことを知る機会がある。また、一つの大会に参加することで、あるいは一回一回の送受信を行うことで、交信の成否、送受信電波の強弱、発信源の特定の精度の良し悪しといった結果が表れてくる。

このように、無線部で取り組まれているラジオスポーツを通して、問いに対する手続きの多様性や、手続きが結果に影響を及ぼす可能性、データと証拠の違い、といった NOSI に関連する諸要素が色濃く表れていると言える。また、無線愛好家という共同体における知識がどのように生み出され受け入れられていくか、といったことも、NOSI の理解を深めるための実体験の例として捉えることができる。

4. 5 教育へのアマチュア無線の導入における留意点

ただし、アマチュア無線を教育へ導入する際には、配慮を要する点もある。高校生以下でアマチュア無線の有資格者は1万人に満たない（総務省総合通信基盤局電波部移動通信課、2020）と試算されており、実際、児童生徒が無線関連の手ほどきを受ける際の熟達者、日々の交信を行う際の交信相手などは、児童生徒自身より年齢の高い、部外の方々であるケースが多い。このように学校外との接点が多いことは、児童生徒が無線への関心を深めたり無線技術を習得したりする端緒となることが見込まれ、無線部のある学校が地域・社会とのつながりを構築する等の効果も期待できる。一方で、部外の方々には必ずしも児童生徒に対して教育的配慮をするとは限らないことには留意しなければならない。例えば、初心者が無線運用を始めて間もない頃に、不手際を交信相手から注意されて落ち込むケースも見られるなどしており（中村、2019）、アマチュア無線関係団体でつくる「アマチュア無線継続的発展会議（SD 会議）」も第一次報告書の中で、若者との交信において、相手に嫌な思いをさせないよう気をつけるべきことの啓発活動を行うことを課題に掲げている（一般社団法人日本アマチュア無線連盟、2024）。海外のアマチュア無線に目を向けると、国際アマチュア無線連合 Region 1 では子どもを保護するためのポリシーを設定している（IARU Region 1, 2016）。このように、社会の側で児童生徒への配慮がなされる場合もあるが、児童生徒の教育を担うのは指導者であるため、指導者が児童生徒の置かれた環境について目配りすることが不可欠である。

5. 結論と今後の課題

学校教育において児童生徒が NOSI の理解を深め得る活動として、科学系部活動、とりわけ無線部に着目して分析した。アマチュア無線を教育へ取り入れることの意義に関する言説と実践事例を概観するとともに、無線部の活動実態、特に中学校・高等学校の無線部で多く行われているラジオスポーツについて考究した。

アマチュア無線は多様な文脈から学校教育へ導入する意義が強調されており、教科横断的学習

やSTEM/STEAM教育等の場において、NOSIの理解を深める題材として活用できることがうかがえた。また、無線部に携わる児童生徒は、アマチュア無線という営みそのものを通して、また無線部の取り組む諸活動を通して、NOSIの様々な要素についての理解を深める可能性を見出すことができた。さらに、児童生徒が一般の愛好家と同じ環境にいるというアマチュア無線特有の状況を考えると、無線部でラジオスポーツに参加する際などに、児童生徒自身の気づきの他、活動に携わる部員同士や顧問教員との関わり、大会などの場における部外の人々とのコミュニケーションが、児童生徒のNOSIの理解を促しうることが明らかになった。

本稿では無線部を事例としたが、科学系部活動では、部で取り組む題材が様々であるため、今後はそれらの題材およびその活用場面でどのようなNOSIの要素が見い出せるのかを調査する必要がある。また、科学系部活動におけるNOSIの理解の促進にあたっては、部内外のコミュニケーションの内容だけでなく、コミュニケーションの構造や質も重要であり、無線部についても、他の科学系部活動においても、精査することが望まれる。

科学系部活動において、児童生徒が部外の方々と同じ環境にいるということについては、教育上のメリットは大きいと考えられるが、児童生徒が安心して取り組める環境であるか、顧問教員などの指導者が留意するとともに、社会全体が児童生徒と指導者の両方を支えるという構造が望まれる。その上で、科学系部活動でNOSIの理解促進を図る際には、部内だけでなく、部外とのコミュニケーションを指導者が把握して内容と質を判断し、NOSIの要素が見られる部分を抽出して、児童生徒へ伝えることが必要である。

付記

本研究は、JSPS 科研費 24K22779 の助成を受けて実施している。

注

- (1) 文化庁(2018)は、文化部活動については芸術文化を目的とするもの以外にも、生活文化、自然科学、社会科学、ボランティア、趣味等の活動を行うものなども幅広く含まれると一般に捉えられていることを述べており、科学系部活動は、文化部に含まれる。
- (2) 電波法施行規則第3条15項、第4条24項
- (3) ARISSはNASAの教育プログラムの一つであり、AMSAT, Successful ARISS Schools (https://www.amsat.org/amsat/ariss/news/Successful_ARISS_schools.rtf) および、ARISS Japan, Successful school contact in Japan (<https://www.jarl.org/ariss/Successful-schoolcontact-in-Japan.htm>) によれば、全世界で1668回、国内で113回のコンタクトが行われている(いずれも2024.10.11確認)。
- (4) 無線局数は、総務省無線局等情報検索 (<https://www.tele.soumu.go.jp/musen/SearchServlet?pageID=1>) において、「小」「中」「高」「大」「工」「学」「総」「商」「専」のいずれかの語を社団局名に含むアマチュア局の一覧を出力し、重複を手作業で除いた結果、407局であった。学校クラブ数は、一般社団法人日本

アマチュア無線連盟の一覧表 (https://www.jarl.org/Japanese/A_Shiryo/A-B_Club/list.htm) から集計した。いずれも、2024.9.27 集計。

- (5) 全国高等学校アマチュア無線連盟 (<https://zenkok-ama.mg-sci.com>) における参加校を、重複を除きながら手作業で集計した結果。2024.10.26 集計。

引用・参考文献

- 一般財団法人日本アマチュア無線振興協会, n.d. ハムの楽しみ方.
<https://www.jarl.or.jp/guide/how-fun-of-ham-radio.html> (2024.10.28 確認)
- 一般社団法人日本アマチュア無線連盟, n.d. ARDF.
https://www.jarl.org/Japanese/1_Tanoshimo/1-5_ardf/ardf.htm (2024.10.28 確認)
- 一般社団法人日本アマチュア無線連盟, 2024. アマチュア無線継続的発展会議 (SD 会議) 第一次報告書.
https://www.jarl.org/Japanese/4_jarl/4-1_Soshiki/SD_kaigi/SD_Houkoku1.pdf (2024.10.28 確認)
- 大泉早智子, 2011. 「総合的な学習の時間」で行う防災学習における非常通信訓練と評価—アマチュア無線技術活用による防災学習の実証的研究による提言—. 政策情報学会誌 5 (1) : 73-86.
- 岡田工・蝦名直美・狩野正信他, 2007. アマチュア無線を利用した教育に関する研究. 情報通信技術研究所報 (東海大学短期大学部) 15 : 33-36.
- 岡田工・蝦名直美・狩野正信他, 2008. アマチュア無線を利用した教育に関する研究 (2). 情報通信技術研究所報 (東海大学短期大学部) 16 : 19-24.
- 小林尚輝・内山秀樹・山本仁他, 2020. 高校物理教材としての人工衛星電波受信実験の実践. 宇宙教育研究 (武蔵野大学) 1 : 90-92.
- 須田璃久, 2023. 21 世紀の趣味、アマチュア無線—人材育成のための現代アマチュア無線俯瞰図—. 電子情報通信学会誌 106 (4) : 273-277.
- 関根禎嘉, 2023. “ワイヤレス人材” 育成を草の根でアマチュア無線が支えるデジタル社会. テレコミュニケーション 2023 年 5 月号 : 56-58.
- 総務省電波利用ホームページ, n.d. アマチュア無線とは.
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/others/amateur/index.htm> (2024.10.28 確認)
- 総務省電波利用ホームページ, n.d. アマチュア無線の交信体験制度 (体験運用).
https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/ama_experience/ (2024.10.28 確認)
- 総務省総合通信基盤局電波部移動通信課, 2020. アマチュア無線の社会貢献活動での活用及び小中学生のアマチュア無線の体験機会の拡大 (案) (令和 2 年 10 月 15 日),
https://www.soumu.go.jp/main_content/000712092.pdf (2024.10.28 確認)
- 高岩千尋, 2016. 国内のコンテストに参加. In: 株式会社 QCQ 企画編, 免許取得から「ハロー! CQ」までの完全ガイド はじめよう! アマチュア無線. 一般財団法人情報通信振興会. 162-171.
- 高田潤一, 2019. ワイヤレス人材の育成に向けて. 電波有効利用成長戦略懇談会令和元年度フォローアップ会合 (2019 年 10 月 8 日) 資料.
https://www.soumu.go.jp/main_content/000649214.pdf (2024.9.25 確認)

- 寺重隆視・朝日南正俊, 2018. アマチュア無線を活用したキャリア教育の展開～総合的な探求の時間等における取り組みを中心として～. 広島国際大学教職教室教育論叢 10: 65-70.
- 寺重隆視・西田憲治・寺重理英子, 2017. 高等学校「総合的な学習の時間」の題材としてのアマチュア無線. 広島国際大学教職教室教育論叢 9: 247-256.
- 寺重隆視・山中仁昭, 2018. キャリア教育における無線従事者国家試験の活用～特別活動における一事例の提案～. 広島国際大学教職教室教育論叢 10: 131-136.
- 仲田周祐, 2015. 技術・経済発展におけるアマチュア無線の役割 (修士論文概要書). KGPS Review (関西学院大学大学院) 21: 23-26.
- 中村泰輔, 2019. Let's enjoy! スクール・ハムライフ 第2回 部活動で行うコンテストの課題と準備. CQ Ham Radio 2019年3月号. 120-121.
- 中村泰輔, 2021. 理科教育における NOSI (Nature of Scientific Inquiry) の理解を促す指導法の特質—“Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6-8”を事例として—. 理科教育学研究 62 (1): 297-307.
- 中村泰輔・大鷲竜午, 2023. Nature of Scientific Inquiry を導入した STEM 教育の指導法の検討. In: 磯崎哲夫編著, 日本型 STEM 教育のための理論と実践. 学校図書. 82-91.
- 文化庁, 2018. 文化部活動の在り方に関する総合的なガイドライン.
https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/kondankaito/bunkakatsudo_guideline/h30_1227/pdf/r1412126_01.pdf (2024.10.28 確認)
- 三木哲也, 2012. 社会に貢献するアマチュア無線. 通信ソサエティマガジン (電子情報通信学会) 23: 186-195.
- 文部科学省初等中等教育局教育課程課, n.d. STEAM 教育等の教科等横断的な学習の推進について.
https://www.mext.go.jp/content/20240401-mxt_kyoiuku01-000016477.pdf (2024.10.28 確認)
- 文部科学省, 2017. 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示).
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm (2024.10.28 確認)
- 文部科学省, 2018. 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示).
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm (2024.10.28 確認)
- 文部科学省, 2021. 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編 (令和 3 年 8 月一部改訂).
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm (2024.10.28 確認)
- 山本明利, 2023. 国際宇宙ステーション (ISS) の教材化. 北里大学教職課程センター教育研究 9: 109-118.
- American Association for the Advancement of Science., 1993. *Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report*. Oxford University Press.
- American Radio Relay League, n.d. Amateur Radio in the Classroom.
<http://www.arrl.org/amateur-radio-in-the-classroom> (accessed 2024.10.28)
- Hill, J., 2002. Amateur Radio—A Powerful Voice in Education. *QST* Dec. 2002: 52-54.
<http://www.arrl.org/files/file/ETP/Hill.pdf> (accessed 2024.10.28)
- Hunter, T. L., Sampson, & V., LaMee, A. et al., 2020. *Argument-driven inquiry in physics: Volume 2*. National Science Teachers Association.

- International Amateur Radio Union Region 1, 2016. CHILD PROTECTION POLICY Version 2.
http://www.ardf-r1.org/files/PPP/IARU_Region_1_Child_Protection_Policy_Feb2016.pdf (accessed 2024.10.28)
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S., 2012. Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development. In: Fraser, B. J., Tobin, K. G. & McRobbie, C. J. (Eds.) *Second International Handbook of Science Education*. Springer. 335-359.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., & Bartos, S. A., et al., 2014. Meaningful Assessment of Learners' Understandings About Scientific Inquiry—The Views About Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1): 65-83.
- Lennon, E., 2016. Amateur Radio in the STEM classroom: One Technical Tool—countless Lesson Applications. *Techdirections* Reprinted from the April 2016 issue.
[http://www.arrl.org/files/file/ETP/Stories/ARRL_Amateur_Radio_in_the%20STEM-Classroom_4_16\(1\).pdf](http://www.arrl.org/files/file/ETP/Stories/ARRL_Amateur_Radio_in_the%20STEM-Classroom_4_16(1).pdf) (accessed 2024.10.28)
- National Research Council., 2000. *Inquiry and the National Science Education Standards*. National Academic Press.
- National Research Council., 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press.
- Schwartz, R. S., Lederman, N., & Lederman, J., 2008. An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire. In: Paper presented at the international conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Baltimore, MD.