

# 科学的リテラシーの育成のために

## —理数科の教育活動マネジメント—

教職実践開発専攻 伊藤 誠 司

### はじめに

平成13年度の文部科学白書に、国民の「理科離れ」への懸念が指摘されてから約10年が経過した。しかし、生徒たちが科学技術を駆使した製品を使いこなしている様子を見てみると、決して「理科離れ」や「科学嫌い」とは感じられない。身近な物もかなりのスピードで高性能化され、現代社会においては理科離れどころか、ますます理科から離れられなくなっているのが実状である。生徒は必要なものには敏感であることからわかるように、必要だと思えば教科書に記載されていない携帯電話などの科学技術を使いこなし、必要を感じなければ、たとえ教科書に記載されていても興味を示さないのが現実である。したがって理数教育において、生徒にその必要性を感じさせ、科学的リテラシーを高める工夫が求められる。

理数教育においては、文字や映像からの学習のみならず直接的な体験が重要である。たとえば、研究者・技術者が活躍している大学や研究機関を訪れ、本物だからこそ得られる驚きや感動を肌で感じとる。それらが学習意欲を高める引き金となり、優れた個を伸ばす理数教育の環境づくりの第一歩であるといえる。生徒はどんな環境や刺激にも適応する能力を持ち合わせているが、自ら経験できない世界は学習という形で与えてやらねばならない。そのとき、我々教師が、どのような心構えで学習を教授するのが重要である。特に、実験や観察などの体験をともなう授業においては、教える内容を教師が自ら経験し、理解して生徒たちに向き合っているかが大切となってくる。それらに不備があると、学習意欲をそいでしまい逆効果にもなりかねない。教師自身が興味をもち、面白さを感じ、さらにその準備にどれだけ時間を割けるかが課題である。

一方、体験を重視した学習は、いわゆる進学校においては学習時間の減少が危惧されることや、進学実績の向上には逆効果であると考えられている傾向がある。しかし、体験学習による学習意欲の向上を図り、なおかつ、そのことを生かして進学実績を上げることも可能である。より発展的な理数科の独自事業を通して、体験学習を行うことが良い影響を与える方向で前向きに検討すべきであると考えられる。授業時間以外の土曜日・日曜日や長期休業期間に実施されている校外研修、課題研究、研究者や技術者との直接な出会いによる講義等、いわゆる理数科の独自事業は生徒たちの将来に計り知れない影響を与える可能性を秘めている。科学技術に関わる仕事に就く可能性が高い理数科の生徒が、科学を学ぶことへの興味・関心と理解を深めるために、魅力ある最先端科学技術を理数科の教育に積極的に取り入れて活用することが重要であり、かつ、学習指導要領の改訂を控えた今こそが見直す契機である。

本研究は、生徒の科学的リテラシーを育成するため、岐阜県立大垣東高等学校（以下「本校」という）理数科における教育課程や独自事業のあり方を検証し、改善策を打ち出すための実践を試みることを目的とする。

### 1 研究の視点

文部科学白書によると、平成14年度に科学技術・理科教育の充実のための取組を総合的・一体的に推進する「科学技術・理科大好きプラン」が開始された。本プランは、スーパーサイエンスハイスクール、理科大好きスクール、地域科学技術理解増進人材の活動推進等の理科教育施策によって構成されている。

これらの施策の背景として、科学技術を振興し、「科学技術創造立国」を実現するためには、国民の科学技術への信頼・支持が不可欠であり、科学技術に対して夢と希望を持ちチャレンジ精神に満ちた創造性豊かな人材の養成があげられる。一方で、「理科離れ」や「科学技術離れ」が指摘されており、これらへの対策が課題となっている。具体的には、OECD が実施した国際調査によれば、国民で科学技術に対する関心がある者の割合は我が国は14ヶ国中最下位であり、また、IEA（国際教育到達度評価学会）が実施した調査によれば、成績こそ上位に位置しているものの、理科の学習が「好き」だとか「楽しい」とする生徒の割合は、国際的に見て最低レベルにある。また、「理科は生活の中で大切」、「将来、科学を使う仕事がしたい」とする生徒は最下位となっている。このように、我が国の科学技術に対する関心の低さは、諸外国に比べて極めて憂慮すべき状況にあり、技術革新の実現及び国際競争力の強化を図るためには、これらへの対策を講じることが喫緊かつ不可欠な課題である。

本研究を進めるにあたり、岐阜県教育委員会指導主事経験者や、県内高等学校における理数教育の中心校である岐山高等学校校長に、本県における理数科教育のあり方やマネジメントの方針、ならびに、教育課程編成の方向性についてインタビューをした。そのことから、今後の理数科教育のあり方として、知識一辺倒の詰め込み的な学習ではなく、事象の根本をしっかりと捉え、論理的に検証・考察ができる生徒の育成が求められる。そのためには、フィールドワークのような体験的な学習を多く取り入れるのみではなく、自己の研究成果を外に向けて発信できる力、つまりは将来不可欠であろう英語の学習法についても一考を要する。また、教育課程については、SSH 指定校でない限り、理数科目に特化した編成は厳しい状況である。ゆえに、設置校自身の特色（外部的評価）を真摯に受け止め、前述の内容が遂行できるよう、理数科の独自事業と教育課程のバランスを考慮した教育活動のマネジメントが不可欠であると考えられる。

理数科の生徒に対する科学的リテラシー育成のため、教育活動マネジメントの研究に着手するにあたり、独自事業を連携事業と課題研究に大分し、また、連携事業においては小高、中高、高大連携に細分化して先行研究を調査した。本研究では、本校理数科に入学してくる生徒を、いかに科学への興味・関心を高め、さらに深化させていけるかが重要であるため、独自事業の幅を一層拡大し、フィールドワークの拡充に努めていく必要がある。そのためには、在籍する3年間での独自事業と教育課程の体系づくりをしっかりと確立させる教育活動が必要である。しかし、理数科の教育課程や独自事業をふまえたカリキュラムを統括する分野や、そのマネジメントという発想の先行研究が未開拓であり、学校改善の視点というよりはむしろ教科学習や授業開発の視点での先行研究がほとんどであり、参考となりうる文献は見あたらない状況である。

## 2 研究の基盤としての理数科の実態

ここでは、科学的リテラシー育成をテーマとした、この開発実践報告作成の基盤となった、本校における理数科設置から現在に至るまでの経緯を中心として考察する。

なお、本研究での科学的リテラシーの定義については、OECD 生徒の学習到達度調査（以下「PISA」とする）における科学的リテラシーの定義を指すものとする。

PISA よると、2003年（H.15）までは、科学的リテラシーとは、「自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力である。」<sup>(1)</sup>とされてきた。その後のPISA2006年（H.18）の調査は、科学的リテラシーを中心に測定した初の調査であった。この時の科学的リテラシーの考え方については、科学と技術が関係する様々な状況で、市民は何を知っていて、何に価値を感じて、何ができることが重要かという問いを起点として、国際的に検討された結果、次のように定義された。<sup>(2)</sup>

1. 疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について証拠に基づいた結論を導き出すための科学的知識とそれを活用する力
2. 人間の知識と探究の一形態として科学的な考え方を理解する力
3. 科学と技術がわれわれの物質的、知的、文化的環境をいかに形づくっているかを認識する力
4. 思慮深い一市民として、科学的な考えを持ち、科学が関連する諸問題に、自ら進んでかかわる力

この変化は、生徒が科学及びテクノロジーに関連する疑問に反応する際の態度の側面を明確に含むよう拡大したわけであるが、基本的には変わらないものとする。

また、本国における理数科創設の背景としては、1966年の中教審答申を受けて高等学校の学科多様化が促進され、科学的な能力を高めるために、1学年から計画的に教育を行うために、高等学校学習指導要領1970年（S.45）に告示され、理数科が全国に創設された。

高等学校における理数科設置の方向性とあり方については、科学技術の進歩と発展を目指して、理数科目に重点を置いた教育の場の確保があげられる。また今後は、科学技術が想像を絶する速さで深化し、最先端の分野では総合的な科学思考能力が今後より一層求められてくる。そのような状況の中で理数教育に関しては、科学技術立国として日本を支えていく人材を育てていく方向で推進すべきである。また、近年、文部科学省においても、科学技術離れや理科離れに対処し、科学好きな児童・生徒を育てる取組を実施している。それらにより、高度な科学技術に触れ、科学技術に関する興味・関心を促し、生徒の個性の伸長をはかることが求められている。

以上の理由から総合的に推察すると、岐阜県の高等学校に理数科が設置されている意義としては、理数科の設置により、理数教育に対する教育内容の改善を図り、特色ある普通高校を目指すことが基本姿勢であると思われる。さらに、現代社会において、科学技術は複雑な相互関係を保ちながら想像を絶する速さで深化を続けており、バイオテクノロジーやナノテクノロジーなどに代表されるような、最先端の分野では総合的な科学思考能力が、今後より一層求められるはずである。そのような状況の中、科学技術立国として日本を支えていく人材を育てていくために、理数科は存在するのである。前述の方向性にもとづいて、岐阜県においては学区ごとに設置されている。つまり、科学的リテラシーの育成かつ、理科好きの生徒の裾野を広げるといった意味も含めた教育の場の確保であると考えられる。

本校は、1974年（S.49）に全日制普通科高校として創立し、地域の進学校として歩み、今年で37年目を迎える。2005年（H.17）4月に理数科が1学級開設され、現在6年目である。

本校理数科の教育目標は、教育基本「生きる力を育成する」、学習指導要領「知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成のバランスを重視する」、岐阜県の教育ビジョン「基礎的知識を活用する思考力・判断力・表現力を高め、確かな学力の育成する」の趣旨を踏まえて策定された。

- 1 自然科学の研究や新しい科学技術の発展のパイオニアを育てる
- 2 社会性豊かな、調和の取れた『全体人間』を育てる

また、目標実現のために、理数科独自の教育プログラム（独自事業）を開発し展開して行く必要がある。そのための具体的な目標を3点に絞った。

- 1 外部教育研究機関との連携講座・接続研究
- 2 地域貢献の活動
- 3 表現力を向上させる取組

さらに、教育目標の実現のために、理数科らしい充実した授業が、毎日行われることが第一であると考え、下記の3点を授業における重点項目とした。

- 1 基礎基本を重視した、生徒が安心感と自信を持つことができる授業
- 2 生徒の能動的な活動を設定した、一人ひとりの生徒に対応する授業
- 3 科学的応用力と問題解決能力を育成するための、実験豊富な授業

開設年度当初から、課題研究以外の取組として高大連携講座が独自事業の柱として実施していた。教育課程においては、履修科目でない地学については、大学との連携事業で補填する方向で、本校のOBである第一線の研究者の講義を受けることで地学分野への興味の喚起を行い、自然科学全体に興味を持たせる一助とした。また、環境保全に関わり、かつ、地域の特性を活かした「ハリヨの調査」における校外研修では、絶滅危惧種の調査により保護や環境保全の意識の育成に繋がり、さらには地域の特性を活かした独自事業としての成果は大きいと言える。その後、年々独自事業の種類・回数は増加傾向にあり現在に至っている。

しかし、それら個々の独自事業についても、展開されているだけであるという厳しい指摘もあり、今後、これらについて検証・改善を実施していかなければならない時期であると考えられる。

### 3 科学技術推進力育成の基盤となる高大連携事業

文部科学省では、高大連携を高等学校における「学校外の学修の単位認定」のひとつの形態として位置づけていることから、高大連携とは狭義には「大学における学修を高等学校の単位として認定する制度」を指す。また、広義には「高等学校と大学の連携のもとに行なわれる教育活動」を指す。近年では、高等学校と大学の相互理解を図るための連絡協議会や、高等学校における教科指導等の向上・充実のための研究会ならびに研修会の開催といった多様な教育活動をも含んでいる。高大連携の取組が増加してきた背景として、2つの要因が考えられる。1つ目は、少子化による18歳人口の減少に伴った進学状況の変化である。大学側は入学者の減少に不安を感じ、定員数確保のための入試の難易化傾向や、国立大学の法人化も後押しし、志望すれば誰しもが大学に入学できる状況が生じ、高校生の学習意欲・学習レベルが低下傾向に陥った。そこで、大学の実態・魅力を宣伝することで大学進学への意識高揚を図り、学習意欲の向上につなげようとしたことである。2つ目は、1999年12月の中央教育審議会答申「初等中等教育と高等教育との接続の改善について」の提言である。多様な学習履歴を持つ高校生が増え、大学の多様化や個性化が進んだことを受けて、高校生に大学レベルの教育内容を学習する機会を拡大することが求められ、これを受けて高大連携が政策的に後押しされたことも事実である。

より急速に浸透してきた高大連携ではあるが、高等学校側にとっての高大連携の意義は大きく2点にまとめることができる。第1の意義は、高大連携によって、高等学校の教育活動を補完し、多様に展開できるという点である。高大連携プログラムを導入することによって、高等学校では、従来の教科学習をふまえて、より発展的・専門的な学習を行なうことや、高校教員では対応できない分野や大学レベルの高度な学習に対するニーズに応えることが可能になると考えられる。

第2の意義は、高大連携によって、生徒の学習に対する意欲や目的意識を高め、生徒の適切な進路選択を支援することができる点である。高大連携プログラムは、生徒が、個々の学問分野の教育・研究の実際に触れ、大学における学習や大学生活の雰囲気を体験することを通じて、学習・進路に対するモチベーションを高め、自らの生き方や在り方について改めて考える機会になりうる。また、大学側との意見交換を通じて高等学校における進路指導や学習指導の充実を図ることも可能である。

検討課題は、従来の高大連携が大学側が高等学校側に対して教育研究資源を提供するという、一方向的な連携のみにとどまりがちであることである。これに関しては、1999年の中教審答申においては、「中等教育と高等教育の接続の改善」という観点から、高校教員が大学での補習授業に協力するといった試みを推進するという方策も示されていた。また、Benesse 教育研究開発センターでは、高大連携の今後のあり方を展望するなかで、「高校生の進路学習の一環として、大学の教育資源を活用する取組としての、従来型の高大連携に対して、高等学校と大学の教員が共同で、生徒・学生の育成を連続的・継続的な視点から捉えた教育の改善を議論し、お互いの教育活動に参画する取組を、新たな高大連携として位置づけも必要である」<sup>(3)</sup>としている。そして、この新しい高大連携を通じて、高等学校教育と大学教育の包括的な改善・充実が期待できるようになるはずである。今後は、一方向的や単発的な高大連携にとどまらず、より双方向的、持続的な新しい高大連携へと展開することを視野に入れた上で、高大連携の取組を進めていくべきである。

高大連携の取組は多くの高等学校で実施されている。しかし、連携の目的や効果を検証・評価することなく、年中行事のようにスケジュールをこなすだけの活動になりがちであるのも事実である。そこで、望ましい高大連携の在り方や、それを実現するためにはどのようにすれば良いものかを考察したい。基本姿勢は、授業の定着を可能にする高大連携の在り方の実施である。高大連携事業の実施において、実施時期や教科との関連付けは大変重要な要因である。高大連携事業の対象大学の選定は当然のことながら、テーマ・内容ははじめ、いかに本校理数科の生徒にとって、将来的にプラスになるのかまで考慮する必要がある。しかし、根本には、高等学校在学中にどのように授業との関連性をつけ、定着させていくのかが極めて重要となってくる。その際には、各大学との連絡を密にして、連携の趣旨の共有や、講義内容・体験実習内容のすり合わせが不可欠である。近頃は、大学側も高等学校との連携に積極的な姿勢を示しており、連携事業自体はすぐにでも実施可能な状況下にある。高大連携に限ったことではないが、連携協力を依頼する際には、相手側に本校理数科における連携の趣旨や、数学・理科などの各教科との関連付け、年間計画における位置付け等をしっかりと理解してもらう必要がある。そして、その意図をよく汲み取ってもらい、講義内容や、体験実習となる基礎実験から最先端の内容までの準備をしてもらう形がベストである。また、講義・体験実習内容と共に重要なのが、それらを実施する時期、すなわち授業の年間指導計画における位置付けである。

また、今年度、外国人講師による連携事業の新規導入を試みた。これは、日本学術振興会のフェローシップ制度により、来日している若手外国人研究者を活用した「サイエンス・ダイアログ事業」と呼ばれるものである。地域の大学や研究機関で活躍している外国人講師から、英語で研究の話を知るといった経験が、生徒に大きな刺激を与え、研究への関心や国際理解を深めることを目的としたものである。

アンケート結果より、生徒の9割前後が肯定的な評価をしていることから、英語の出前講義を真摯に捉え、高い評価をしていることがいえた。このことから理数教育には、「英語」という伝達手段が大変重要である。国際社会で通用する、科学分野における質の高い人材育成をおこなうためには、早い段階で言語や表現方法の壁などを突破していく日常の学習が重要である。理数科において、高いレベルの理数教育とともに、実践的な英語教育が必要であるのは言うまでもない。この二つの課題を克服するためには、教育課程に基づく教科学習においても必要であるが、今後はこのような連携プログラムの開発が不可欠であると考えられる。

以上のことから、高大連携事業は、高大連携自体が主の目的ではなく、また、そのための事前・事後指導も重要であるには違いないが、あくまでも高等学校における授業の定着を図るための高大連携事業であるという認識をもったうえでの独自事業としての確立を目指していかなければならない。それらのことにより、理科好きの生徒の裾野を広げていくことが、本校理数科に与えられた使命でもあると考える。

#### 4 初等・前期中等教育との接続

小高連携事業や中高連携事業において期待される効果としては、まず第一に、「わかる喜び」、「できる楽しさ」等々の、直接的な体験により、児童・生徒の学習意欲の向上が図られることである。同時に、それらは児童・生徒らの主体的な学習を可能にし、確かな学力の定着につながる事が考えられる。第二に、教職員の授業構想を豊かにし、さまざまな授業改善の方途が明らかになってくることもあげられる。つまり、高等学校の教師が、小学校、中学校の教科書を、学習指導要領と照らし合わせてしっかりと理解し、高等学校において、義務教育との接続、さらには中等教育の仕上げ段階としてふさわしい学力と人間関係力の育成に努めているかが肝要である。

国立教育政策所の永田潤一郎は、中学校と高等学校の接続において、「小学校、中学校、高等学校で繰り返し指導されている内容やある内容に関連した内容については、異なる学校種間でどのような指導がなされているかを互いに把握し、導入場面や発展場面などで適宜取り上げ、生徒の理解を容易にしたり、興味や関心を高めたりすることが大切である。特にここでは、指導内容、指導方法に関する連携を積極的に行うよう強調しておきたい。最近、小・中連携、中・高連携は以前より盛んになってきているが、まだ児童生徒に関する情報交換が大半で、指導内容、指導方法に関する連携は十分には行われていない。また、小・中・高の連

携はあまり耳にしない。小・中間、中・高間、小・中・高間で理数教育における内容の扱い方、指導方法などについて意見を交換し合い、児童・生徒の現状についての理解を進めるとともに各学校種間での指導のギャップを小さくし、よりよい指導となる工夫を積極的に行うべきである。』<sup>(4)</sup>と指摘している。つまり、現状においては異校種間連携においては、児童・生徒に関する情報交換が大半で、指導内容、指導方法に関する連携は十分であるとは言えない。当然、中学校と高等学校の接続の課題にもあてはまることであり、教科の指導内容に関する連携には、教育課程についての理解を相互に深めることが必要であり、かつ、指導方法に関する連携には互いの授業構成の考え方の共有が必要である。そうでなければ、高等学校に進学した生徒に、中学校で理数科目を学習したことにより、さらに発展した内容を学習してみたいと思う生徒数の増加が見込めるはずもない。中学校の学習では、将来の学習への発展のきっかけを見出せるようにするとともに、それに関心を持ち意欲的に探究できるような指導が必要であり、高等学校の指導では、中学校までの学習で培われた素地を的確に捉え、生徒の学習状況に応じて適切に対応できるよう工夫する必要性がある。

今後、中学校と高等学校においての連携事業を具体化していく際には、指導内容や生徒の発達の段階を踏まえ、その共通点と相違点を明らかにしていき、さらには、理数科目における中学校と高等学校の接続を基に指導の改善を考えていく際には、こうした検討を踏まえ、中学校と高等学校を通して理数教育活動の質をどのように高めていくのかを明らかにしていくことが不可欠である。

本校は、大垣市立南小学校（以下「南小」という）、大垣市立南中学校（以下「南中」という）と隣接しており、連携事業を実施するのに際し大変恵まれた立地条件である。南小との連携事業が開始されたのは、理数科が設置されてから3年目の冬期であった。地域に根ざした事業という意味合いも含めて、両校の住所である美和町に因んで事業名を『美和塾』とした。本事業においては、小学生に対する科学への興味付けが最大の目的である。と同時に、理数科の生徒が主で実施する事業であるため、小学生に対して、またその保護者に向けても説明を行うことにより、理数科の生徒自身の言語活動や表現力の育成にも繋がり、学習の定着も図れるメリットがあることが特徴である。また、その後、年2回の実施となり、「夏の美和塾」、「冬の美和塾」として、小学校との連携のみならず、地域貢献型事業として今後も継続実施の方向である。特に「夏の美和塾」においては、岐阜県最先端科学技術体験センター（サイエンスワールド）に類似した体験学習を実施しており、夏休み前の小学生にとっては、近隣の学校（本校）で体験学習が可能で、夏休みの研究の参考にでもなれば本校としても大変ありがたいことである。

この連携事業により、地域レベルでの小高ならびに、小中高の理数教育のネットワーク化を図り、長期のスパンでの科学教育推進を目指さなければならない。実験テーマに関しては、科学に対する潜在的な興味や能力を持っている小学生に、より多くの実験を体験させ、その能力等に自ら気付いてもらえるようにするため、「楽しい」や「なぜだろう」と感じるような、小学校の理科実験では見ることができない斬新な実験を取り入れ、さらに体験型中心の内容になるように改良を行った。さらに、科学実験を一過性のイベントで終わらせないように、目の前で起きた現象や体験した事が、児童の記憶や印象に残るようなテーマや演出に心掛けながら実施した。身近にある道具を使い、家庭で親子が楽しみながら一緒に実験できるテーマについても実施した。その結果、小学生だけでなく、実験に参加した小学校教員・保護者の方々からも高い評価を受け、小学生の理数教育の学力向上に貢献していると感じている。今後も、小学校の理科教育に結びついた実験テーマを探求し、理数教育向上のための一助となるよう努力することにより、小学生の自然科学に対する潜在的な能力や興味・関心を引き出すためにも、引き続き事業を推進していかなければならないと感じている。また、夏の美和塾の最大の特徴はブース形式による形態である。本校理数科の生徒が中心となり、小学生に対し説明・解説・実験を行う同形態は、複数の実験テーマ別に設けたブースに小学生が移動し、楽しみながら直接実験に参加し、学習することができるという利点がある。他にも、全員参加できる演示形式の実験も最後のまとめで実施した。この事業を通して、小学生向けに高校生が、「手順説明」や「解説」を実施することにより、回を重ねるごとにプレゼンテーションが上達し、笑顔で対応するようになったり、目線を合わせる等の心配りも感じられた。このあたりからも、この形態の事業の場合には、高校生にも手応えがあるよ

うに感じられる。小学生が科学への興味を高める様子が、高校生にとっても喜びとやりがいにつながり、自らの科学技術への意欲も高まるのではないかと期待している。さらに、参加した小学生や保護者には本校をより身近に感じてもらうと同時に、地域に開かれた学校づくりを目指す本校理数科が、地域貢献活動にも積極的に参画している実体を直接感じてもらえると考え。

今後の課題としては、実施時期や内容についての改善は、本校主導で考えていかなければならないが、小学校の学習指導要領や教育課程を踏まえ、小学校側の事後指導が実施しやすいような工夫も必要である。さらに特記すべきは、理数科に在籍する生徒主導型講座であることである。これは、本校理数科生徒（※注1 サイエンスリーダー）の学習の定着を図りつつ、キャリア教育の推進の一翼も担っている。

（※注1 サイエンスリーダーとは、理数科に在籍する生徒の中から、定期考査の結果や人物的な観点から、各学年で選抜されたものである。）

連携事業は、両者にメリットがなければならない。今後は、小学校側や中学校側の事後指導も含め、さらに現在のメニュー以外も検討しつつ初等・中等理科教育の接続を図らなければならない。これらの改善の意味を踏まえ、今年度は、連携事業実施後に中学校の各学年担当の理科教員と本校理科教員で、初の連携協議会を開催した。昨年度より、中学校のカリキュラムに合わせた5月の実施により、カリキュラムに沿った形で連携事業が実施できるため、中学校の生徒にとってはタイムリーであり、中学校の教員においても細胞分裂の検体の事前準備作業が大変であり、かつ顕微鏡の台数にも限りがあるため、この連携事業は大変有用であると評価された。また、理科という科目の特性上、体細胞分裂の写真のみではなく、実験観察という直接的な体験に勝る学習はない。さらには、中学生のレポートへの対応として、本校理数科生徒の代表である生徒（サイエンス・リーダー）からの添削・評価も好評であった。中学校側の事後指導としては特に設けてないようではあったが、西濃地区の中学校教育課程研修会にて、中高連携の実施例として紹介があった。今後は、理数科として可能な限り援助できたらと考えている。これらの活動により、中学生が理数教育を通し、自然科学への興味・関心が少しでも芽生え、理科の裾野が少しでも広がれば、大変有効な事業になっていくはずである。

以上を踏まえ、初等・前期中等教育との接続を考えた場合の連携事業は、今回の新学習指導要領からもわかるように、思考力・判断力・表現力等の育成の観点から知識・技能の活用を重視し、言語活動の充実を図るために、比較や分類、関連付けといった考えるための技法、帰納的な考え方や演繹的な考え方などを活用して説明したり、仮説を立てて観察を行いその結果をまとめ表現するなど、これらの活動を行う理数教育の役割は大きいと考えられる。ゆえに、理数教育の充実を行うことこそが必要である。現に中学校における授業時数の増加に伴い、思考力や表現力等の育成のための観察・実験やレポートの作成、論述、数量や図形に関する知識・技能を実際の場面で活用する活動などを行う時間が十分に確保できる状況にある。これらを通じ、自然科学に対する興味・関心や、わかる喜びや学習する意義を実感することが、理数教育に対する関心や学習意欲を高めることにつながるはずである。また、関心や意欲を高める上では、教育諸機関等との連携による体験的な学習や、科学的な知識を活用したものづくりや探究的な活動を行うことも効果的である。さらには、科学技術の進展などの中で、理数教育の国際的な通用性が一層問われてきたことを踏まえて、指導内容についても見直す時期である。科学技術を担う人材の育成から、算数・数学、理科のそれぞれについて内容の系統性や、小・中・高等学校での学習の円滑な接続を踏まえた検討が重要な課題である。具体的には、今回の連携事業におけるような自然科学の基本的な見方や概念を柱として、初等・中等教育を通じた理科の内容の構造化を行うこと、つまりは内容の系統性を確保することや、小・中・高等学校での学習の円滑な接続を図る観点から、必要な指導内容については充実を図ることが重要であると考えられる。

各校種間における連携事業である、小高連携事業や中高連携事業により、児童・生徒間の交流を図るとともに、教職員間の連携を密にすることで、単なるイベントから脱却し、互いの教育内容の一層の理解を深める努力が、今後の教育には必要となってくるはずである。理数科設置校としてさきの意味も踏まえ、計画的・継続的な連携事業の実施が必要であると考え。理数教育における、児童・生徒の発育・発達の連続性を重

視した教育制度の充実を図るということは、児童・生徒の直接的な体験により、自然科学への興味・関心を高めることであり、学校・校種の魅力を引き出すためには最善の策であると考えられる。同時に、体験学習をさせることにより、高等学校における日常生活を、小学生や中学生に開き、高校生活への理解を深めるとともに、将来への展望を広める機会としても大変有効であると考えられる。

最終的には、それを支える教育条件の整備を図ることが重要であり、具体的には、教職員定数の改善や、観察・実験のための理科教育設備の整備などに留意する必要がある。研修等を通じた理数教育を担う教師の専門性や資質の向上は言うまでもない。

## 5 課題研究のあり方

課題研究とは、高等学校の課程における専門教育に関する各教科において、学んだことの集大成として生徒が取り組むために設けられているものである。それは、科学的な知識を身につけさせるだけではなく、自らテーマを設定して研究を行うことにより、科学的な探究の方法や、態度、能力を身につけることを目標としている。現行の学習指導要領の理数における課題研究の内容の取扱いについては、「各教科の内容をさらに発展、拡充させて扱うこと。」のみ記されている。しかし、新学習指導要領においては、教育内容に関する主な改善事項として、理数教育の充実が示されており、それを受けて「課題研究」が必修科目となってくる。<sup>(5)</sup>

課題研究は、生徒自らが理科や数学に関する課題を設定し、その課題の解決を図るために個人又はグループで研究を行い、専門的な知識と技能を関連付け、その深化を図るとともに、問題解決の能力や自発的・創造的な学習態度を育てるといった点に特色をもつものである。つまり課題研究は、生徒一人ひとりの興味・関心を深め、能力等を一層伸長するものなのである。そこで、まずテーマの決定が最も重要であり、次に観察・実験などを通して研究し、その成果を研究報告書にまとめ発表するなど、生徒が一連の研究の過程を経験し、科学的に探究する能力・態度を育成することができるようにしなければならない。また、テーマについては、理数科に関する各科目の内容のほか、先端科学や学際的領域の内容からも選択することができるなど、生徒の興味・関心、進路希望等に応じて設定ができるように配慮する必要性もある。さらに、大学や教育研究機関、博物館などと積極的に連携・協力できるような体制づくりも重要となってくる。具体的には、各科目の内容に関連した知識や技能をもとに研究を実施し、問題解決の能力を育成するとともに、研究全般を通して学習意欲を醸成し自発的に取り組む態度や、研究における独自性の重要さに気付かせ、創造的に取り組む態度の育成に努めなければならない。そのために、課題を生徒自身で設定させ、課題解決のための計画、実験や調査の方針などをグループ等で討論させ、自主的に遂行させることが重要なのである。そのことと付随し、教師側も研究に必要な器具や装置の製作、先行研究の文献等の調査などを含め、適切な助言が必要となってくる。

最も重要なことは、課題研究の活動においては、研究に意欲をもつ生徒の自主的な活動を保障する場として設定するべき点である。特に今年度は、導入から実施において、大学での活動の先取りや即戦力となる人材の育成ではなく、高等学校の枠の中における教育活動の一環としての実践を目指して取り組んだ。科学的リテラシーの育成は言うまでもないが、気付きや考え方、いわゆる行動力の伴う人材の育成、つまりは、科学的な実践力の育成を目標として設定することで、生徒の実態及び社会の要請に適した探究活動の展開を試みた。科学的な実践力とは、単に科学的な能力や態度、知識を有するだけではなく、日常における科学に対する興味や関心、探究心をもち、環境問題やエネルギー問題等々の現代社会が抱える科学的諸課題や、解明すべき未知の自然の事象に対し、創造的に高い感受性をもって取り組む行動力を指す。これらによる問題解決能力は、学習指導要領で謳われている「生きる力」にも繋がってくるはずであり、前述した科学的な実践力の育成のための指導方法の開発にも繋がるはずである。また、課題研究が単なる高等学校専門科の行事的な取組で終わることのないように注意を払い、放課後を主体に総合的な学習の時間も活用して、以上のようなねらいを明確にした課題研究の実施にあたった。さらに、大学や教育機関との連携を図りながら、観察・



実験を中心とした探究活動を展開し、研究の結果云々より、研究の過程をより重視し、生徒に、「させる」ではなく「する」を主軸に活動できるように援助した。そして、最終的に本校理数科の生徒にとって、普通科の教育課程による教育活動では到底体験できない、理数科の独自事業の柱である「課題研究」の多種多様に於いて有意義な研究・実践を通して、理数科の重点目標でもある「科学技術・理科に対する関心を高め、学習意欲の向上を図り、創造性・知的好奇心・探究心の育成をめざす。」や、「偏狭な専門家ではなく、自分の生き方を人類の運命にまで連動させ行く、社会性豊かな、調和の取れた全体人間の育成をめざす。」ことについて、高い成果を上げることに関心をもちかけた。

さらに、課題研究では、グループごとに課題の設定から計画を立てて研究を進め、報告書を作成し、プレゼンテーション等による発表を行うまでの研究過程で様々な活動が存在し、その活動の様子や生徒の記した活動の記録を評価し分析することで、科学の実践に対する感覚を定着させるとともに、理数科目の学習への意識が向上したかについても考慮した。そこでは、理数数学、理数物理、理数化学、理数生物の科目における、科学的な実践力を支える知識や理解、科学的な探究の方法、思考力の育成の側面についても、従来からの学習方法の見直しと、新たな学習方法の導入の余地についても考えた。そのためには、授業を中心とした各年次の取組と教育活動の評価を実施することで、今後の本校における理数科教育の改善のための多大な示唆を得ることができようと考えた。

また、課題研究は、大勢の生徒を対象とした授業ではないため、きめ細かな指導が可能であり、内容の充実というまでもなく、関連教科の既習事項の復習も適宜実施することも可能であり、多岐にわたって学習ができたものと思う。

よって今後の課題研究の取組においては、以下に示す4点が重要な視点であると考えられる。

- 1 生徒自身が実験の方法を考え、結果を予想するための機会の確保
- 2 生徒一人ひとりが実験操作を経験できるようにする工夫や評価の導入
- 3 観察、実験のねらいと結果を対比させた考察と、考察の見直しをさせる指導の工夫
- 4 発表の場の確保

今後の課題研究自体の問題点として、我が国の課題研究は、高校生の目線で見つけた課題に対して、自分達で工夫したアイデアで課題解決することを重視し、研究のレベルは二の次とすることがほとんどである。しかし、海外では研究のレベルのみが着目されるケースが見受けられる。そのためには、基本的な考え方を大切にしつつ、質の高い研究ができる環境の整備が必要であり、質の高い研究には、大学との連携や協力のような一貫教育が効果的である。生徒に強い学習意欲を引き起こすようなプログラム開発が、今後は不可欠である。

## 6 本校理数科の教育課程のあり方

本校理数科において、将来の展望を見据え、地区1校の理数科設置校としての責任を果たすべく、科学技術系人材（理科好きの生徒）の育成を目指す理数系教育の在り方に関する研究開発が必要である。そのためには、まず数学・理科に重点を置いた教育課程が必要であり、同時に理数科の独自事業と併せて考えていかなければならない。その後、学習指導の内容や指導方法の工夫・改善を図るなどして、教育活動の開発を行うべきである。また、大学や研究機関との連携も平行して実施し、生徒にとって教育効果の高い連携の在り方に関して研究を深めていくことも考えなければならない。さらには、大学進学後やその後の将来も踏まえて、英語を中心としたコミュニケーション能力を高め、研究の視野を広げるとともに、研究を発展させていくことができるようにしていくことも重要である。

しかし、教育課程編成においては、よほどの事がない限り、各高等学校において、学習指導要領の標準単位数をもとに、各教科での単位数の無難な分け合いになってしまっているのが現状である。新学習指導要領に向けての教育課程編成や教育活動全般を考えていくにあたっては、必要最小限でも理数科としての理数教育の3年間の体系について、はっきりとしたさせておくべきである。また、他の教育機関との連携をどこま

で盛り込むことができるかについても十分検討していく必要がある。

平成17年度の理数科開設にあたり、教育課程編成委員会において、進学校である本校の背負う使命も含め、かつ、理科好きの生徒を育成する大前提に立ち、さらには、特別進学クラスとしての願いも込めて慎重に協議された。本校理数科の教育課程の特徴として普通科理系と大きく異なる点は、理科が3科目履修可能な点である。

現在、設置から6年経過し、平成24年度から先行実施される数学・理科についての新学習指導要領に基づく教育課程を編成するにあたり、理数科における独自行事と教育課程との関連をしっかりと位置づけ、準備・策定する時期が今年度である。しかし、教育課程編成においては、学習指導要領で定める履修科目の標準単位数という縛りがあるため、理数科の特色を教育課程において突出して出しにくいのも事実である。本校に入学する理数科の生徒たちにとって、大学進学への受験勉強のみで在学中過ごすことの無いように、フィールドワークを積極的に取り入れ、記憶に残る、もしくは、将来何等かの形で役立つような教育活動がしっかりと実施できる教育課程が望ましい。教育課程の編成の基本的な考え方として、「理数科として必要な教科・科目をバランスよく配置して指導するとともに、数学・理科に重点を置いた特色ある授業内容を実施する。」「将来の国際的な科学技術系人材の育成に向けて、生徒が国際的な広い視野を有し、探究的な態度を身につけられるようにする。」「将来理科系分野への進学を希望する生徒に対し、そのニーズに応える教育を実施する。」の3点は理数科設置校に勤務する教員として念頭においていなければならないと考える。

## おわりに

ここまでわたって、科学的リテラシー育成のための、本校理数科の教育活動マネジメントのあり方について考察を行ってきた。資源の少ない日本において将来の優れた科学者・技術者を育てるためには、学校現場において科学的リテラシーを育むことが不可欠であり同時に課題でもある。そのためには、学校においては教育環境の充実に努める必要がある。課題解決にあたり、教科指導の質の改善や教師の授業力の向上は言うまでもないが、理数科としての独自事業と教育課程の相互作用を踏まえた教育活動マネジメントがうまく関与出来るように実施し、理数教育の充実と改善が不可欠である。

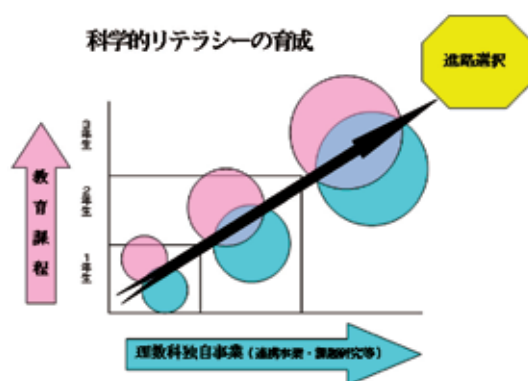
本研究では、これらの課題の解決を目指し、本校理数科の実態や、これまでの開発実践例の検証を通して、理数教育の改善の視点を明確にするとともに、教育活動の質の向上と充実を図る具体的な方法を提言する形でまとめた。

### (1) 教育課程と独自事業の融合と均衡

生徒の科学的リテラシーを高める方法として、独自事業と教育課程との融合と均衡は欠かすことができない。そのためには、教育課程の内容を吟味し、新しい理数教育を推進させていかなければならない。学校経営の視点から、理数科の教育活動マネジメントを考えた場合に、理数科の独自事業のマネジメントと、教育課程的な要因のマネジメントとの両面からの育成が重要であると考えられる。

### (2) 各種連携事業と授業内容の相互性

独自事業である連携事業においては、授業内容とリンクさせてこそ意味を成す。高大連携事業は、高校生にとってはより高度な学習内容を体得できる数少ない機会である。つまり、高等学校の教育活動を補完し、より発展的・専門的な学習を行ない、さらに多様な展開が可能であるというメリットを最大限に生かす等、高校教員では対応できない分野や大学レベルの高度な学習に対するニーズに応えることが可能となる。それゆえに、出前講義や体験学習内容の事前学習については、高等学校の教育課程上において授業に組み込んでいくことがなによりも重要である。事前指導の実施は当然のことであり、特に事後指導については、その後の授業時にその話題に触れ、記憶を甦らせることにより学習の定着を図っていく必要がある。あくまでも



高大連携の実施が、現代における流行的なものではなく、高等学校における授業の定着を図るための高大連携事業であるという認識をもって独自事業のひとつとして、早急に確立していかなければならない。

小学校や中学校との連携事業では、本校は南小と南中と隣接しており、連携事業を実施するのに際し大変恵まれた立地条件にある。小高連携事業や中高連携事業においての効果は、直接的な体験により、わかる喜びやできる楽しさを通して自然科学への興味関心が湧き、児童・生徒の学習意欲の向上が図られることである。また、事前・事後指導を通して、各校の教師の授業構想を豊かにし、様々な授業改善の方途が明らかになってくることも明らかになった。最終的には、中等教育のまとめの段階である高等学校の教師が、小学校・中学校の教科書を学習指導要領と照らし合わせてしっかりと理解し、義務教育との接続、かつ、仕上げとして相応しい学力と人間関係力の育成に努めていくかが課題でもある。

小高連携事業においては、小学生に対する自然科学への興味付けが最大の目的であり、同時に、理数科の生徒が主で進行・説明を実施するため、生徒自身の言語活動や表現力の育成にも繋がり、学習の定着も図れるメリットがあった。また、岐阜県最先端科学技術体験センター（サイエンスワールド）に類似した体験学習を実施しているため、夏休み前の小学生にとっては、近隣の学校において体験学習が可能で、夏休みの研究の一助になる可能性も秘めており大変有効であると考え。今後は、興味関心付けのみならず、小学校の学習指導要領や教育課程をさらに踏まえ、小学校側の事後指導が実施しやすいような工夫も必要であることを痛感した。

中高連携事業においては、基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付け、思考力・表現力を育て、学ぶ意欲を高めるようにするために、自然科学の面白さや不思議さを探究させる必要性を明らかにし、中学校と高等学校の接続を考え、理数教育全体を通して教科の目標の共通部分に着目し、その共通理解を深めることで、指導方法を見直し連携を図ることが最重要である。また、次世代の科学の発展を担う人材を育成するためには、理数科目の強化だけではなく、自然や社会の事象を様々な体験や探究をとおして見つめ、感じ取り、論理的に思考するといった総合的な能力、すなわち科学の基盤となる能力を高める必要がある。このためには、すべての教科が共通の視点を持って、教材開発や教育方法の開発を行うことが重要である。つまりは、科学的思考力や科学的・論理的に物事を処理する力を身につけさせ、将来の生活に役立たせることを意図としたい。それにより生徒の自然科学への興味・関心を高め、科学の発展に寄与する生徒を育成することができるはずである。結局、小・中・高・大の各校の連携事業は、理科好きの生徒の裾野を広げていくことであり、本校理数科に与えられた使命でもある。

### (3) 理数科の集大成としての課題研究

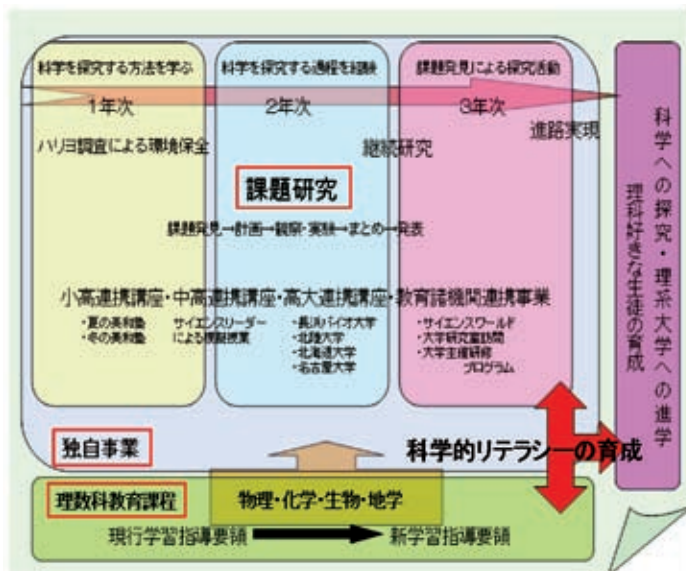
理数科における課題研究は、理数教育における集大成であり、科学と技術が関係する生活場면을正しく認識し、自然界に関する知識に基づき、科学的な疑問の認識を行い、証拠に基づいた結論を導き出すことを目的としている。最終的には、科学に対する興味・関心や、科学的探究の支持、地球環境に対して責任ある行動をとるための動機付けが可能となる姿を目指した。科学の概念を生徒一人ひとりに構築させる活動として、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする活動や、観察・実験結果を整理して考察する時間の確保、さらには自然体験や科学的体験を充実させることにより、科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成することにより、科学的リテラシー育成に努めた。そこで、本研究で重要視したことは、生徒の自主的活動を保障する場として設定し、大学での活動の先取りや即戦力となる人材の育成ではなく、高等学校の枠の中における教育活動の一環としての実践を行った。科学的リテラシーの育成は言うまでもないが、気付きや考え方、いわゆる行動力の伴う人材の育成、つまりは、科学的な実践力の育成を目標として設定したことで、生徒の実態及び社会の要請に適した探究活動の展開を試みた。また、課題研究が単なる専門科の行事的な取組にならないよう注意を払い、ねらいを明確にした課題研究の実施に当たった。さらに、大学や教育諸機関との連携を図りながら、観察・実験を中心とした探究活動を展開し、研究の結果云々より、研究の過程をより重視し、生徒に、「させる」ではなく「する」を主軸に活動できるように援助した。最終的に本校理数科の生徒にとって、普通科の教育課程による教育活動では到底経験できない、理数科の独

自事業の柱である課題研究という有意義な研究・実践を通して、本校理数科の重点目標でもある「科学技術・理科に対する関心を高め、学習意欲の向上を図り、創造性・知的好奇心・探究心の育成をめざす。」や、「偏狭な専門家ではなく、自分の生き方を人類の運命にまで連動させ行く、社会性豊かな、調和の取れた全体人間の育成をめざす。」ことについて、高い成果を上げることに心掛けた。また、課題研究は、大勢の生徒を対象とした授業形態ではないため、きめ細かな指導が可能であり、内容の充実というまでもなく、関連教科の既習事項の復習も適宜実施でき、多岐にわたる学習が可能であった。

#### (4) 科学的リテラシー育成のためのカリキュラム

これらの活動を根本から支えるのがカリキュラムであり、同時に、教育課程に基づいて履修する教科・科目が、学校教育現場における学習の中心の場である。本研究において、平成24年度から先行実施される数学・理科についての新学習指導要領に基づく教育課程を編成するにあたり、理数科における独自事業と教育課程との関連をしっかりと位置づけ原案作成に望んだ。教育課程編成においては、学習指導要領で定める履修科目の標準単位数という縛りがあるため、理数科の特色が出しにくいのが事実であった。理科4科目履修については、物理的にも不可能であるため、本校理数科開設当初からの懸案であった地学を選択可能とした形で、現在のところまとまりつつある。教員の配当数や授業の持ち時間数等々でいろいろな障害は予想されるものの、地区1校の理数科設置校としての責任を果たすべく、理科好きの生徒の育成を目指す理数系教育の在り方として十分な前進であると言える。その上で、今後はカリキュラム全体の開発をさらに実施し、また、学習指導の内容や指導方法の工夫・改善を図るなどして、教育コンテンツの開発を推進していくべきである。また、その際は、入学する理数科の生徒たちが、知識一辺倒の受験勉強のみで在学中過ごすことの無いように、フィールドワークを積極的に取り入れ、将来何等かの形で役立つような意識付けがしっかりと実施できるカリキュラム・マネジメントを継続していかなければならない。

以上、科学的リテラシー育成のための理数科の教育活動マネジメントの取組であったが、他にも理科実験室をはじめ、学校の様々な場所に生徒が自然科学に興味をもつような展示や掲示や、図書館や情報機器などを活用して生徒自らが情報を探していくことが自然に行われるような理数教育の環境づくりや指導も行う等、授業以外の普段の生活の中で生徒が科学的な疑問を探究できるような環境整備を行い、幅広い視点での科学教育の充実を図り、生徒が意欲的に自然事象や情報と関わっていくことで、自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力の育成が出来る理数科でありたいと切に思う。



【理数科における科学的リテラシー育成のためのカリキュラムの概念図】

#### 【引用文献】

- (1) 国立教育政策所 (2004) 『生きるための知識と技能2』 ぎょうせい p.17
- (2) 国立教育政策所 (2007) 『生きるための知識と技能3』 ぎょうせい pp.15-35
- (3) Benesse 教育研究開発センター (2005) 『VIEW21 [高校版]』 2005年4月号
- (4) 国立教育政策所 永田潤一郎 中学校と高等学校の接続
- (5) 文部科学省 (2009) 『高等学校学習指導要領解説 理数編 理数編』 pp.33-34

## 【参考文献】

- \*『岐阜県立高等学校管理規則』岐阜県立高等学校の通学区域に関する規則 p.382
- \*国立教育政策所（2002）『生きるための知識と技能』ぎょうせい p.126
- \*文部省（1998）『我が国の文教施策（平成12年度）』大蔵省印刷局 pp.226-227
- \*文部科学省（2002）『個に応じた指導に関する指導資料』教育出版 pp.9-13
- \*文部科学省（2002）『文部科学白書 平成13年度』財務省印刷局
- \*文部科学省（2003）『文部科学白書 平成14年度』財務省印刷局
- \*文部科学省（2006）『小学校学習指導要領』
- \*文部科学省（2006）『中学校学習指導要領』
- \*文部科学省（2006）『高等学校学習指導要領』
- \*文部科学省（2009）『高等学校学習指導要領解説 理数編 理数編』
- \*文部科学省（2005）『小学校理科・中学校理科・高等学校理科 指導資料』東洋館出版社
- \*斉藤浩一・高橋郷史（2005）「理科離れの原因帰属に関するモデル作成の試み」『東京情報大学研究論集 Vol.9 No.1』 pp.1-9
- \*白敷哲久・小川哲男（2009）「科学的リテラシーを育成する探究的な学習のあり方」『學苑 824』
- \*井上文敏・小川哲男（2010）「科学的リテラシーの向上を目指す理科教育経営」『學苑 832』
- \*勝野頼彦（2004）『高大連携とは何か』学事出版株式会社
- \*鋤崎勝也（2006）「熊本県における中高連携を通してみた高大連携」『VISIO 33』
- \*功刀滋（2003）「高校教育と大学教育をつなぐもの」『研究紀要 73』
- \*増井幸夫（1997）「高校化学における探究活動と課題研究（総論）」『化学と教育 45』
- \*国立教育政策所（2004）『生きるための知識と技能2』ぎょうせい
- \*国立教育政策所（2007）『生きるための知識と技能3』ぎょうせい
- \*中央教育審議会 答申 後期中等教育の拡充整備について 第20回答申（1966）
- \*教育改革 ing 高大連携活動－高校教員の参画－
- \*姫路市教育委員会 「魅力ある姫路の教育プログラム 中間とりまとめ」
- \*文部科学省 小学校理科・中学校理科・高等学校理科 指導資料

