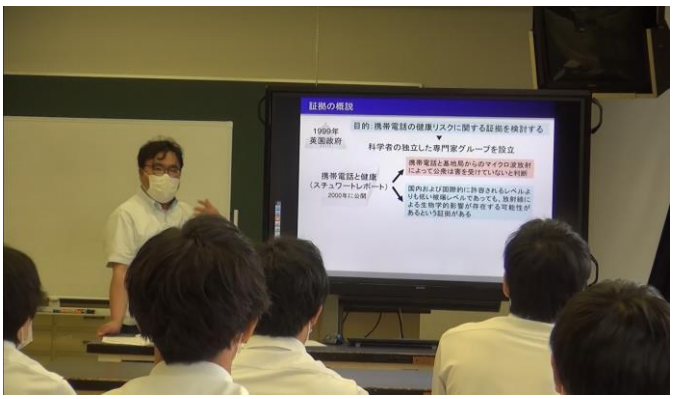
21 世紀を切り拓く生徒の科学的リテラシーの育成を促す

理科授業プログラムの開発



実施担当者

明徳学園　京都明徳高等学校

教諭　田上　智之

1　はじめに

21 世紀は，「知識基盤社会」と言われ，「どれだけ知識を持っているのか？」という知識量が重視されていた時代から，その「得た知識を使って，何ができるのか？」という活用力が求められる時代に変化しつつある。本校でもこれから予測不可能な時代に対して，答えのない問いに立ち向かう力の育成，最後まで諦めず問い続ける姿勢の育成を掲げ，日々取り組んでいる。

一方で近年，「科学的リテラシー」という能力が注目されつつある。日本の生徒の国際調査の結果を見ると，「日本の生徒の中学校卒業時点での科学的リテラシーの成績はトップクラス」である一方で，「理科で学ぶ内容が社会生活と直接結びついているという意識が希薄」であるという指摘がなされている。つまり，学習に対する動機づけは高くないものの，「良い成績は取りたい」と考え，生徒が学んでいる例が多いということである。最近の生徒（本校に限らないが）を見ていても，特に文系の生徒にその傾向が強く見られる。その生徒らに話を聞いてみると，「理科は理系に進む人が受験で必要な科目（＝自分たちは苦手でも必要がないから関係がない）」といった意見である。この傾向は一朝一夕のものではなく，系統的な理科教育が危機的状況にあることを意味するのではないだろうか？

2016 年に日本学術会議での提言「これからの高校理科教育のあり方」[1]では，この現状を踏まえ「理科は決して受験のために学ぶのではなく，これからの社会に責任を持つ市民として必要な科学リテラシーを身につけるために学ぶことを実感させるべき」と述べられており，日常生活との関連，よびデータの扱いや信頼性を確認する方法等を義務教育や高校段階で学ばせたいとの意図が感じられる。しかし，上述した生徒の考え方が一般的になってしまっていれば，生徒から「学びたい，学ばなければならない」というような動機づけを得ることがそもそも難しいのではないか？と考えた。以上の背景から，本研究では生徒が自ら科学への興味関心や必要性などの動機づけを得るために市民として最低限必要となる科学的リテラシーを身につけ，伸ばせるような理科教育カリキュラムの提案をしたいと考えた。

２　実践計画

２－１　本研究の目指す科学的リテラシーとイギリス 21 世紀科学プログラム

本研究が参考としているのがイギリスの「21 世紀科学」と呼ばれるプログラムである。イギリスでは科学教育の方向性を示した Beyond 2000[2]によって，英国の義務教育段階の科学カリキュラムは，科学的リテラシーの育成を目指すことが示された。Beyond 2000 の背景として，学校で受ける科学教育と，未来を生きる子どもたちに必要なことや興味があることとの間に不釣り合いが生じていること，現在提供されている科学教育の形は，一部の未来の科学者のための教育であり，役に立たないこと，日々の生活の中で，科学的な課題の重要性はますます増加し，個人や社会の興味に基づく科学と科学が引き起こす問題に基づいて関わり合う，十分な知識と理解を持つ民衆が必要とされていることなどが挙げられている。科学教育課程の目的と内容の基本的な見解と考えなしでは，子どもたちが必要としていることと社会が必要としていること両方に不適切なものになっていくと考えられたことが Beyond 2000 のきっかけである。そして，KS-4（＝義務教育最終段階）においては将来科学者になる・ならないに関係なく，すべての生徒に科学的リテラシーの育成が求められた。そのために，科学的リテラシーを育成するコースと将来科学者になる準備をするコースが区別された。また，目指す「科学的リテラシーを備えた人物像」を表 1 のように定め，ヨーク大学とナフィールド財団が共同で開発した「21 世紀科学」がスタートした。

① 日常生活における科学と技術の影響を理解し，評価することができる
② 健康やダイエット，エネルギー利用などの科学に関する事柄について，情報に基づき，個人的に意思決定できる
③ 科学が深く関連したメディアレポートのポイントを読んで理解することができる
④ そのようなレポートに含まれる情報，または（ときにより重要なのは）レポートから省略された情報を批判的に考えることができる
⑤ 科学が深く関連した問題について自信を持って他者との議論に参加できる

表 1：21 世紀科学が目指す「科学的リテラシーを備えた人物像」

データとその限界	データは科学的探究の出発点であり，科学的説明を検証する手段であること。また，データは完全には信用できないこと。
相関性と原因	相関があることが必ずしも因果関係を示さない。因果関係を示すためには，要因と結果を結びつけるメカニズムが必要であること。
説明を展開する	データと説明を区別すること，科学的説明がデータから自動的に表れることなく，創造的な思考を伴うこと。科学的説明は過去についての現象や，未来についての予言を可能にすること。科学的説明に基づいた予言とデータを比較することでその説明が検証されること。
科学的コミュニティ	科学者によって発見された科学的説明は，科学的知識として受け入れられる前に科学的コミュニティによって検証されること，検証する際に行われる査読のプロセス。同じデータであっても，科学者の個人的な背景，経験，興味によって異なった結論を導く可能性があること。
リスク	行動方針を決めるときには，リスクと利益の両方を考慮しなければならないこと，常にリスクを減らして，利益とのバランスを取ること。リスクがどの程度起こるのか，起こった場合の結果についても考慮しなければならないこと。市民のリスクの捉え方は，馴染みがないこと，見えないこと，長期にわたることに対してのリスクを過大に評価する傾向があること。
科学と技術に関する意思決定	科学的知識の応用には，科学では答えることのできない価値を伴った倫理的問題が生じるが，そのような問題には人々の意見が一致しないことがあること。人間の活動が思いがけないインパクトを環境に与えるかもしれないこと。科学的知識の応用が関連した問題に対して意思決定をするためには，利益とコストを比較する必要があること。

表 2：科学についての考えの理解内容 [3]

21 世紀科学の特徴となるカリキュラムの柱として，①科学が説明できうる事実（Science Explanations）と②科学についての考え（Ideas about Science）の 2 つの力の育成が挙げられる。特に②は，科学的知識の本質や探究の技法，科学的データの意味やその収集・処理，リスクやリスクアセスメント，科学者共同体の役割などに関する「科学について」の内容である（具体的には表 2 参照）。従来の科学教育で教えていた「純粋自然科学」の中身に加えて，「科学論的内容」（＝自然科学を学ぶ意義や意味に相当する）を含んでいることが 21 世紀科学の大きな特徴である。

２－２　授業概要紹介（放射線の科学）

本報告では「放射線のリスク」[4]の授業について紹介する。この授業の位置づけは，右図 3 で示すように，物理基礎で「放射線とは何か？」，放射線の種類や電離作用，半減期，放射線量の表し方（Gy, Bq, Sv）など，本授業の基礎となる知識を導入した後に行っている。

ここでの大きなテーマは「携帯電話には健康上のリスクがあるか？」であり，紹介するのはこの 2 時間目に当たる。1 時間目は主に電離放射線による病気のリスクについて，科学的根拠を基に検討する。そして，2 時間目の本時では，それが「携帯電話」という生徒にとって身近なものが対象となり展

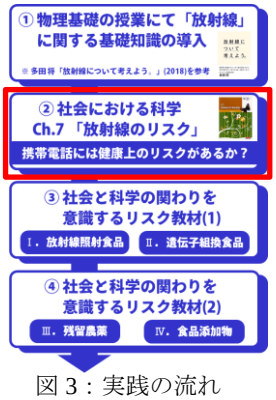


図 3：実践の流れ

開する。生徒に示す情報の概要と問題にて教員がねらうリテラシーの視点は図 4 にて示す。

本授業のポイントは問題 c)である。c)は，「科学的な情報（ここではスチュワートレポート）を基に自ら意思決定を行うこと」をリテラシーの評価指標としている。そこで，c)を問う前に，「自分だったら携帯電話を使うかどうか？」と問うた。この問いを挟むことで，「自分」と「自分以外の他者」とでリスクの取り方（＝科学的リテラシーによる判断）に違いが見られるかを見ることができる。その結果を含めた授業結果については次節にて述べたい。

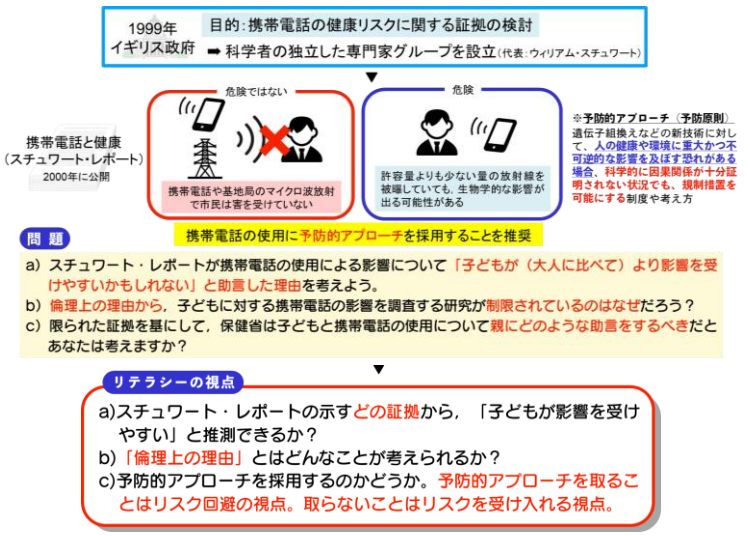


図 4：生徒に与えた情報＋教員がねらうリテラシーの視点

3　実践の結果

3－1　授業中の生徒の様子や感想から

生徒たちの感想は，通常の理科授業との違いに戸惑いながらも，生活と関連した科学を学ぶことや答えのありそうでない問いについて考えることに楽しさを感じている生徒が授業者（＝申請者）の予想以上に多く，好感を持って受け入れられた（と感じている）。特に普段は数学や理科に苦手意識を感じている文系の生徒にその傾向は強いようだが，一方で理系の生徒の中には物足りなさを感じている生徒も一部いたため，そのバランスの取り方や内容を検討する必要があるかもしれない。

また，授業の最初と最後に「もし，ガンのリスクが携帯電話にあるという証拠が示された場合，あなたはこれからも携帯電話を使い続けるか？」と聞いたところ，授業前後ともに全員が「使い続ける」と答えた。しかし，授業後には「使い続けるが，使用時間はできるだけ減らしたい」「使う時間を限定してうまく付き合う」など，「使わない」（＝リスク排除）ではなく，リスクを受け入れながらもできるだけ減らしていく，という本授業のある意味ねらいともいえる結果が生徒から自然に得られたことは大きな成果である。下図 5 に示すように，生徒の感想からは，「リスクを取ることや他者へのリスク選択をすることの難しさ」に触れているものや前述の通り「リスクバランス」に触れているものなど，多岐にわたった。これが得られた要因として，①「徹底的な意見共有の機会の提供」と②「振り返り（＝メタ認知）の徹底」が挙げられる。特に①は，個人では考えが浮かばなくても，3～4 人の小グループ単位で話し合わせることで，他者の考えに触れ，考え方の違いから，自らの思考を刺激できると考える。

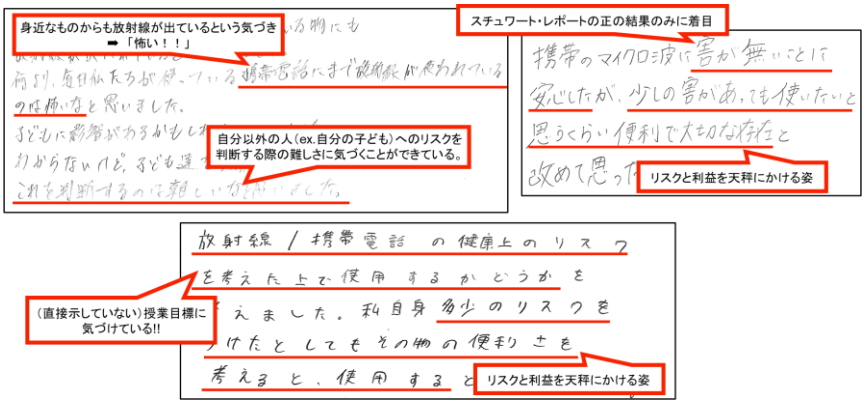


図 5：生徒の感想と教員の気づき

３－２　放射線照射食品に関するリスク（評価）

本実践後「放射線照射食品（日本ではジャガイモの発芽防止に放射線(γ線)が当てられたものがある）に対するリスク」に関する討論を扱った。展開の概要は，教員から放射線照射食品「賛成派」と「反対派」の科学的な根拠になりそうな資料（賛成派，反対派の特集記事やパンフレット，基礎データ）を準備し，それに加えて，生徒たちに「賛成派」「反対派」どちらかの立場でデータを探し，持参するように伝えた。図6はその生徒の授業前後の回答の一部である。

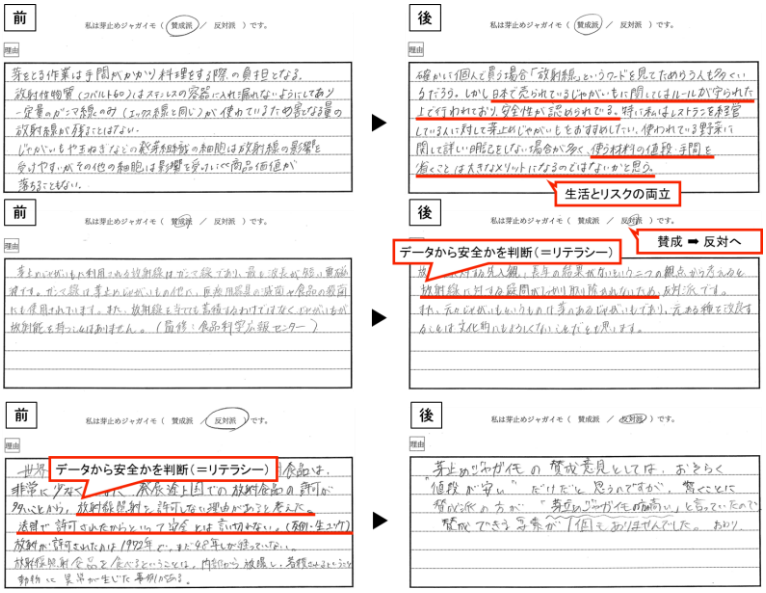


図6：放射線照射食品（芽止めジャガイモ）への賛否意見

授業中，感想ともに，データを基に自分の立場を説明しようとする生徒がほとんどであった。しかし，データからの推測が強化できず，意見は述べるもののその意見が覆されたときにどうするか，という部分については今後の課題であると考えている。

４　まとめ

本研究は，「生徒の科学的リテラシー（の中でもデータを比較参照し，自分の考えを科学的根拠に基づいて決めることができる）の育成」を目指し，取り組んできた。

その結果，本実践により，本校生徒への科学的リテラシー育成の第一歩が踏み出せたと感じている。生徒にとって「科学的データを基に考えること」は新鮮であり，「考えることが楽しい」と書いている生徒も多かった。また，この実践を通して，1つのデータだけを見ていても気づかない，わからないこともあるということを気づいた生徒もいた。この気づきは本研究の目指すリテラシーを身につけるために重要なものである。今後も同様のはたらきかけを理科（物理，化学，生物）の中で繰り返し体験させ，生徒が自ら科学的リテラシーの重要性，必要性に気づき，自ら育む姿勢を持ってくれることを目指していきたい。

謝　辞

本研究は，公益法人中谷医工計測技術振興財団の助成により実施することができました。感謝申し上げます。また成果比較のため，ご協力頂いた先生方にも感謝いたします。

参考文献

1）日本学術会議，提言「これからの高校理科教育のあり方」　平成28年（2016年）2月8日

2）Millar, R and Osborn, J., (eds) (1998) ：*Beyond2000 Retrieved from* https://www.york.ac.uk/media/educationalstudies/images/curriculumprojects/c21/Beyond2000.pdf

3）石垣 彩奈，寺田 光宏（2019）21st Century Science の枠組みを活かしたテキストの開発と評価－健康と病気を中心として－　岐阜聖徳学園大学教育実践科学研究センター紀要 18 pp.1-8

4）本教材は Andrew Hunt *et al., AS Science in Society*, Heinemann, 2008.の中の「Chapter.7 Radiation Risks」を申請者が日本語版に翻訳し，一部改変して実施したものである。