

平成 15 年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究(2)

「未来社会に求められる科学的資質・能力に関する科学教育課程の編成原理」

( 課題番号 15020272 ) 研究中間報告書

# 英国における科学的探究能力育成の カリキュラムに関する調査

平成 16 年 2 月

研究代表者

小倉 康

( 国立教育政策研究所 )



## はしがき

本報告書は、平成 15 年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究(2)「未来社会に求められる科学的資質・能力に関する科学教育課程の編成原理」(課題番号 15020272)の研究中間報告書であり、同時に、平成 16 年 2 月 16 日と 19 日に東京と京都で開催した「科学的探究能力育成のカリキュラムに関する講演会・フォーラム」における報告・講演資料集であります。

本研究では、平成 14 年度からこれまで、英国と米国の科学技術カリキュラムに関わって多くの情報を収集してきました。本報告書は、それらの中で英国における「科学的探究能力」の育成に焦点を当て、文献調査と渡航調査で得られたこれまでの情報を整理し分析した結果について報告したものです。本研究では科学的な手法を用いて問題を追究し解決することに関わる「科学的探究能力」を、すべての子どもに育成すべき科学的リテラシーとして捉えています。また、科学の学習によって学力全般の向上という付加価値をもたらす「科学教育を通じた認知的促進」(CASE)プログラムについて、開発者であるロンドン大学キングス・カレッジ校のフィリップ・アデイ教授にその理論と実践の詳細を執筆いただいた論文を収録しています。さらに、これらに関連して、浅海範明氏、笠潤平氏、樋口真須人氏、山崎貞登氏、伊藤大輔氏、磯部征尊氏による論文を収録しています。これらを通じて、英国における科学的探究能力の育成、及びものづくりや設計を通じた創造的能力の育成のカリキュラムについて紹介することで、わが国の初等中等の科学教育・科学技術教育の発展に貢献したいと考えています。皆様にご活用頂ければ誠に幸いに存じます。

また、本研究は平成 16 年度に最終報告書を作成することとしています。今後の発展に向けて、皆様方から率直なるご意見、ご指導、ご鞭撻を頂戴いたしたいと思っております。

なお、講演会・フォーラムの開催に当たっては、上記の掲載論文を執筆頂いた諸先生方に加え、京都教育大学の村田隆紀学長、同大学の岡本正志教授、長年、日英教育研究交流に尽力してこられた笠耐先生(元・上智大学教授)、科学技術振興事業団の日夏健一氏、その他大勢の方々から多大なご支援ご協力を賜りました。ここに、厚く御礼申し上げます。

なお、講演会・フォーラムでは参加者へのアンケート調査を実施しましたが、これへの回答結果については、整理後、最終報告書にてご報告する予定です。

最後に、本研究機会を与您頂いた科学研究費補助金特定領域研究・領域「新世紀型理数系教育の展開研究」代表者の増本健先生、領域総括班と事務局の先生方、特に叱咤激励頂きました A02 総括の伊藤卓先生に心より感謝申し上げます。

平成 16 年 2 月

研究代表者 小倉 康

## 研 究 組 織

研究代表者	小倉 康	国立教育政策研究所教育課程研究センター 基礎研究部総括研究官
研究分担者	人見 久城	宇都宮大学教育学部助教授
研究協力者	山崎 貞登	上越教育大学教授
	磯部 征尊	兵庫教育大学連合大学院生
	伊藤 大輔	兵庫教育大学連合大学院生
	浅海 範明	山口県熊毛郡田布施町立麻郷小学校教諭
	笠 潤平	京都女子高等学校教諭
	樋口 真須人	大阪府教育センター科学教育部指導主事

## 概 要

まず、イングランドを中心とした英国の科学カリキュラムの実施状況について、国際比較的な観点から文献と既存の調査データを分析し、その特徴を以下のように概括した。

英国の生徒の科学の成績は国際的に高い水準にある。

英国の生徒の科学への学習態度は国際的に良好な水準にある。

英国では、多くの生徒が科学の学習を楽しんでいる。

英国では、多くの生徒が科学の学習を大切であると感じている。

英国では、多くの生徒が将来、科学を用いる職業に就きたいと思っている。

英国では、科学の平均学習時間が長い。

英国では、近年、学力が向上しつつある。

そして、英国の科学カリキュラムの基本的特徴を次のように概括した。

義務教育期間の学習内容を4つの段階として大きなまとまりで捉えている。

学習到達目標までの過程を8つの段階を経た学習の高まりとして捉えている。

「科学」の学習内容を「科学的探究」を含む4領域で捉えている。

「科学」を「英語（国語）」「数学」と並ぶ中核（コア）教科に位置づけている。

教科横断的に、重要な諸スキルを発展させる機会を強調している。

次に、英国における「科学的探究能力」の指導と評価の詳細を明らかにするために、英国に渡航し、関係機関を訪問した。インタビュー調査の結果と収集した資料を分析し、英国における「科学的探究能力」の指導と評価について、以下の諸特徴を明らかにした。

系統的に「科学的探究能力」が指導されるように情報提供を工夫している。

教科書において「科学的探究能力」の指導が組み込まれている。

日常的な科学の授業を通じて「科学的探究能力」の指導と評価を工夫している。

全国テストで筆記試験による「科学的探究能力」の評価を工夫している。

資格試験の「コースワーク」により「科学的探究能力」を指導し評価している。

「コースワーク」の評価結果の信頼性を高める工夫をしている。

学ぶ側も教える側も実践的な「科学的探究」の大切さを理解している。

さらに、本報告書では、英国における先進的な科学教育カリキュラムに関する報告として、ロンドン大学キングス・カレッジ校のフィリップ・アデイ教授による「科学教育を通じた認知的促進」(CASE)プログラムの理論と実践に関する論文を収録している。CASEプログラムでは、科学のみならず、数学や英語（国語）においても学力が向上するという結果が確認されている。

その他、CASEプログラムの一部をわが国で試験的に実践した結果を含む2件の論文と「コースワーク」に関わる教員研修に関する論文、さらに、英国における設計・ものづくりを中心とした「創造的問題解決能力」の育成に関わる2件の論文を収録した。

「科学的探究能力育成のカリキュラムに関する講演会・フォーラム」

平成 16 年 2 月 16 日（東京）・19 日（京都）

プログラム

- 13：00 ～ 13：30 基調報告  
テーマ 英国科学カリキュラムの概況  
報告者 小倉 康（国立教育政策研究所）
- 13：30 ～ 15：00 講演  
テーマ 「思考に関する科学」の文脈としての「科学」  
講演者 フィリップ・アデイ教授（ロンドン大学キングス・カレッジ校）
- 15：00 ～ 15：10 休憩
- 15：10 ～ 15：40 調査報告  
テーマ 英国科学カリキュラムにおける「科学的探究能力」の指導と評価  
報告者 小倉 康（国立教育政策研究所）
- 15：40 ～ 16：00 実践報告  
テーマ 小学校総合的な学習の時間における CASE 理論の実践的活用  
報告者 浅海 範明（山口県田布施町立麻郷小学校）
- 16：00 ～ 16：20 実践報告  
テーマ 日本の中学・高校の理科教育の変革のために英国から学ぶもの  
報告者 笠 潤平（京都女子中学高校）
- 16：20 ～ 16：55 フォーラム  
テーマ 英国の実践に学ぶ、わが国の科学カリキュラムの発展に向けた可能性  
コメンテーター 笠 耐（元・上智大学） 山崎貞登（上越教育大学 2/16）  
岡本正志（京都教育大学 2/19）
- 16：55 ～ 17：00 閉会

## 目 次

第1章	英国科学カリキュラムの概況	...	3
	小倉 康 (国立教育政策研究所)		
第2章	英国科学カリキュラムにおける「科学的探究能力」の指導と評価	...	27
	小倉 康 (国立教育政策研究所)		
	浅海範明 (山口県熊毛郡田布施町立麻郷小学校)		
第3章	Science as a context for the Science of Thinking	...	129
	フィリップ・アデイ教授 (ロンドン大学キングス・カレッジ校)		
	「思考に関する科学」の文脈としての「科学」(翻訳)	...	157
第4章	小学校総合的な学習の時間における CASE 理論の実践的活用	...	183
	浅海範明 (山口県熊毛郡田布施町立麻郷小学校)		
第5章	CASE とは何か	...	197
	笠 潤平 (京都女子高等学校)		
第6章	科学的探究能力の育成と教員研修	...	219
	樋口真須人 (大阪府教育センター)		
参考	英国における設計・ものづくり教育と「創造的問題解決能力」に関する研究		
1.	イングランド OCR 試験局の中等教育修了一般資格試験 “Design and Technology” の評価規準とポートフォリオ	...	227
	磯部征尊 (兵庫教育大学連合大学院生) 山崎貞登 (上越教育大学)		
2.	北アイルランド 4~11 歳の ‘Science and Technology’ の学習プログラム	...	239
	伊藤大輔 (兵庫教育大学連合大学院生) 山崎貞登 (上越教育大学)		





# 第1章

## 英国科学カリキュラムの概況

小倉 康（国立教育政策研究所）



## 英国科学カリキュラムの概況

小倉 康（国立教育政策研究所）

### 第1節 科学カリキュラムの実施状況 - 国際比較的視点から -

英国の生徒の科学の成績は国際的に高い水準にある。

表1は、1999年実施の第3回国際数学・理科教育調査における中学2年生段階の参加各国の生徒の理科成績の結果である。英国（イングランド）の成績は平均点538点で、英国と2位のシンガポールから17位のブルガリアまで、統計的な有意差は無く、国際的に高い水準であることがわかる。なお、わが国の結果と英国との結果に統計的な有意差は無い。

表1 1999年実施の第3回国際数学理科教育調査における中学2年生段階の生徒の理科成績の国際比較結果（国立教育政策研究所(2001)『数学教育・理科教育の国際比較』ぎょうせい、81頁より作成。[IEA(2000)“TIMSS 1999 International Science Report” Boston College,p.32.]）

国/地域	平均得点	標準誤差	調査対象学年	平均年齢
台湾	569	4.4	8	14.2
シンガポール	568	8.0	8	14.4
ハンガリー	552	3.7	8	14.4
日本	550	2.2	8	14.4
韓国	549	2.6	8	14.4
オランダ	545	6.9	8	14.2
オーストラリア	540	4.4	8または9	14.3
チェコ	539	4.2	9	14.4
英国(イングランド)	538	4.8	9	14.2
フィンランド	535	3.5	8	13.8
スロバキア	535	3.3	8	14.3
ベルギー(フラマン語圏)	535	3.1	8	14.1
スロベニア	533	3.2	7	14.8
カナダ	533	2.1	8	14.0
香港	530	3.7	8	14.2
ロシア	529	6.4	7または8	14.1
ブルガリア	518	5.4	8	14.8
アメリカ合衆国	515	4.6	8	14.2
ニュージーランド	510	4.9	8.5 ~ 9.5	14.0
ラトビア	503	4.8	8	14.5
イタリア	493	3.9	8	14.0
マレーシア	492	4.4	8	14.4
リトアニア	488	4.1	8.5	15.2
タイ	482	4.0	8	14.5
ルーマニア	472	5.8	8	14.8
イスラエル	468	4.9	8	14.1
キプロス	460	2.4	8	13.8
モルドバ	459	4.0	9	14.4
マケドニア	458	5.2	8	14.6
ヨルダン	450	3.8	8	14.0
イラン	448	3.8	8	14.6
インドネシア	435	4.5	8	14.6
トルコ	433	4.3	8	14.2
チュニジア	430	3.4	8	14.8
チリ	420	3.7	8	14.4
フィリピン	345	7.5	7	14.1
モロッコ	323	4.3	7	14.2
南アフリカ	243	7.8	8	15.5

表 2 は、2000 年実施の OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) における 15～16 歳段階 (わが国では高校 1 年の 7 月に実施) の参加各国の生徒の科学的リテラシー成績の結果である。英国(United Kingdom)の成績は平均点 532 点で、2 位の日本から 7 位のオーストラリアまで、統計的な有意差は無く、国際的に高い水準であることがわかる。

表 2 2000 年実施の OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)における 15～16 歳段階の生徒の科学的リテラシー成績の国際比較結果 (国立教育政策研究所(2002)『生きるための知識と技能』ぎょうせい, 129 頁より作成。[OECD(2001) “Knowledge and Skills for Life”,p.88.]

国	平均得点	標準誤差
韓国	552	2.7
日本	550	5.5
フィンランド	538	2.5
英国	532	2.7
カナダ	529	1.6
ニュージーランド	528	2.4
オーストラリア	528	3.5
オーストリア	519	2.5
アイルランド	513	3.2
スウェーデン	512	2.5
チェコ	511	2.4
フランス	500	3.2
ノルウェー	500	2.7
アメリカ合衆国	499	7.3
ハンガリー	496	4.2
アイスランド	496	2.2
ベルギー	496	4.3
スイス	496	4.4
スペイン	491	3.0
ドイツ	487	2.4
ポーランド	483	5.1
デンマーク	481	2.8
イタリア	478	3.1
リヒテンシュタイン	476	7.1
ギリシャ	461	4.9
ロシア	460	4.7
ラトビア	460	5.6
ポルトガル	459	4.0
ルクセンブルク	443	2.3
メキシコ	422	3.2
ブラジル	375	3.3

英国の生徒の科学への学習態度は国際的に良好な水準にある。

表 3 は、1999 年実施の第 3 回国際数学理科教育調査における中学 2 年段階の生徒の「理科への積極的な態度」(PATS\*)指標の 3 段階(High, Medium, Low)別に見た割合を、理科を物理や化学等に分科しないで 1 つの教科として扱っている国について示した結果である。良好な科学への学習態度を意味する High PATS の生徒の割合は、英国 (イングランド) では 39%であり、理科の成績面で上位に位置する国々の中ではシンガポールに次いで国際的に高い水準であることがわかる。なお、わが国の High PATS の生徒の割合は、10%で国際的に最低水準である。

表 3 1999 年実施の第 3 回国際数学理科教育調査における中学 2 年段階の生徒の「理科への積極的な態度」(PATS\*)指標の 3 段階(High, Medium, Low)別に見た割合と理科の平均得点 - 理科を物理や化学等に分科しない  
で 1 つの総合科目として扱っている国 - (IEA(2000) “TIMSS 1999 International Science Report” Boston  
College,p.144.より作成。)

理科を総合科目として 教える国	High PATS(高)		Medium PATS(中)		Low PATS(低)	
	生徒割合%	平均得点	生徒割合%	平均得点	生徒割合%	平均得点
マレーシア	72 (1.0)	498 (4.7)	28 (1.0)	480 (5.8)	1 (0.1)	- (-)
フィリピン	63 (1.4)	372 (7.3)	35 (1.3)	314 (8.9)	2 (0.2)	- (-)
チュニジア	63 (1.1)	430 (3.8)	33 (0.9)	430 (4.2)	4 (0.4)	429 (6.3)
ヨルダン	59 (1.4)	472 (3.7)	35 (1.1)	438 (5.1)	5 (0.6)	447 (11.1)
南アフリカ	58 (1.7)	251 (8.7)	35 (1.1)	234 (9.4)	6 (1.0)	232 (17.9)
イラン	56 (1.4)	454 (4.5)	40 (1.3)	444 (5.1)	4 (0.3)	445 (10.8)
インドネシア	52 (1.3)	435 (4.9)	47 (1.2)	438 (4.5)	0 (0.1)	- (-)
チリ	49 (1.3)	425 (4.5)	45 (1.0)	419 (4.3)	5 (0.5)	428 (8.6)
シンガポール	46 (1.4)	594 (8.1)	49 (1.2)	549 (7.8)	5 (0.6)	509 (12.3)
トルコ	45 (1.2)	443 (5.3)	49 (0.9)	431 (4.0)	5 (0.5)	428 (7.3)
タイ	43 (1.3)	492 (4.9)	55 (1.3)	476 (4.6)	1 (0.2)	- (-)
英国(イングランド)	39 (1.1)	559 (5.5)	53 (1.1)	532 (5.6)	8 (0.6)	514 (10.2)
キプロス	33 (0.9)	494 (2.9)	53 (0.8)	448 (2.7)	13 (0.8)	434 (6.4)
アメリカ合衆国	32 (0.9)	543 (5.9)	51 (0.8)	515 (4.5)	16 (0.6)	489 (4.3)
イスラエル	30 (1.2)	484 (7.2)	50 (0.9)	474 (4.7)	20 (1.1)	461 (6.8)
カナダ	30 (0.8)	556 (2.8)	52 (0.8)	530 (2.6)	18 (0.8)	511 (4.0)
イタリア	29 (1.2)	514 (4.9)	58 (1.1)	489 (4.2)	13 (0.9)	475 (6.1)
ニュージーランド	28 (1.0)	525 (7.3)	56 (0.8)	511 (5.3)	16 (0.9)	493 (5.7)
オーストラリア	27 (1.1)	569 (5.5)	53 (1.0)	541 (4.6)	20 (1.2)	507 (6.6)
台湾	27 (0.8)	607 (4.7)	64 (0.7)	561 (4.4)	10 (0.6)	528 (6.7)
香港	25 (1.0)	555 (5.1)	65 (0.8)	526 (3.7)	9 (0.6)	497 (4.8)
韓国	10 (0.5)	613 (4.3)	66 (0.7)	550 (2.6)	24 (0.8)	519 (3.4)
日本	10 (0.5)	599 (6.3)	60 (0.9)	554 (2.6)	30 (1.0)	527 (3.0)
国別平均の平均値	40 (0.2)	499 (1.1)	49 (0.2)	473 1.0	10 (0.1)	467 (2.4)

( )内は標準誤差

\* PATS 指標は、「理科が好きだ」「理科の勉強は楽しい」「理科の勉強はたいくつだ」「理科は生活の中でだれにも大切だ」「将来、理科を使うことが含まれる仕事をしたい」の 5 つの質問への回答の平均値を用い、積極性が高まる 1 から 4 までの 4 段階尺度上で、平均値が 3 より大きい場合を High PATS、2 より大きく 3 以下の場合を Medium PATS、2 以下の場合を Low PATS としている。

PATS 指標に用いられた生徒への質問項目への回答をより詳細に調べてみると、わが国の生徒たちの回答傾向と比較して、以下の特徴があることがわかる。

- 英国では、多くの生徒が科学の学習を楽しんでいる。
- 英国では、多くの生徒が科学の学習を大切であると感じている。
- 英国では、多くの生徒が将来、科学を用いる職業に就きたいと思っている。

図 1 ~ 図 3 は、1999 年実施の第 3 回国際数学理科教育調査における生徒質問紙における「理科の勉強は楽しい」「理科は生活の中でだれにも大切だ」「将来、理科を使うことが含まれる仕事をしたい」の 3 つの質問項目について、公開されている国際データベース(ISC Boston College, <http://timss.bc.edu>)に基づいて、回答別に、英国(イングランド)と日本、及び参考のためにシンガポールとアメリカ合衆国を加えた 4 カ国について、各母集団生徒の推定回答割合を計算した結果をグラフ化したものである。いずれの項目についても、日本の生徒の回答と比較して、イングランドの生徒の回答はより良好な状況を示している。

図1 「理科の勉強は楽しい」に対する回答別の中学2年段階の生徒の割合

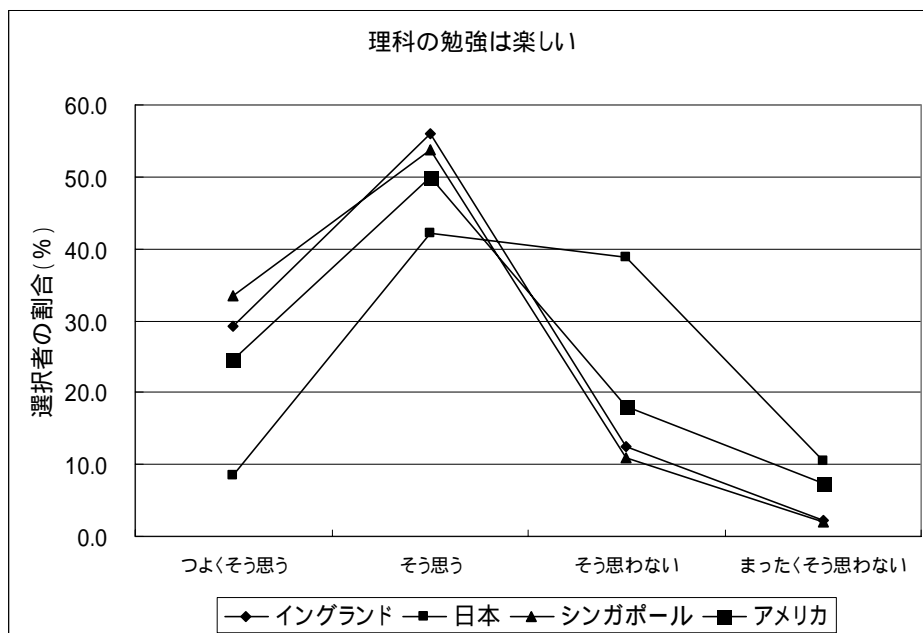


図2 「理科は、生活の中でだれにも大切だ」に対する回答別の中学2年段階の生徒の割合

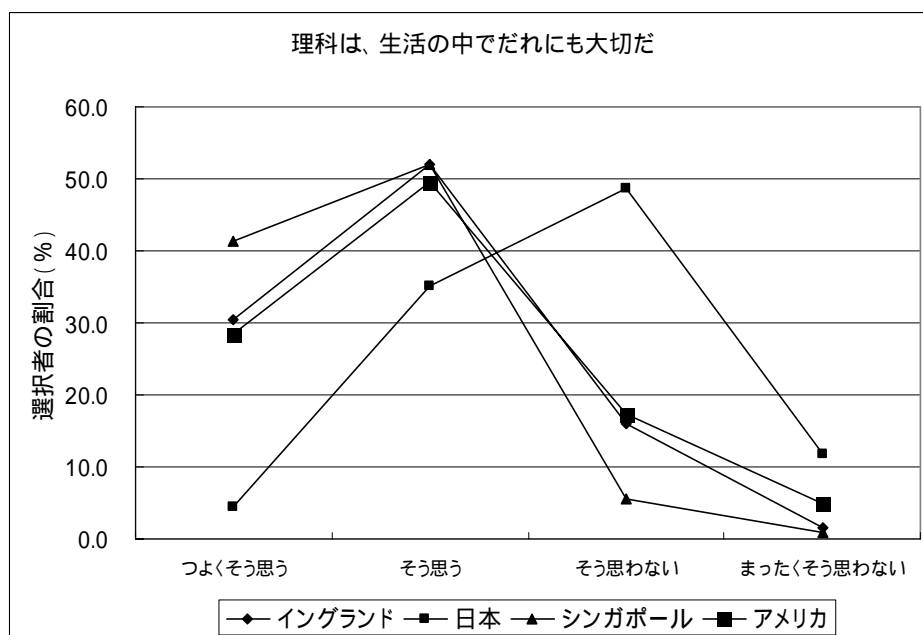
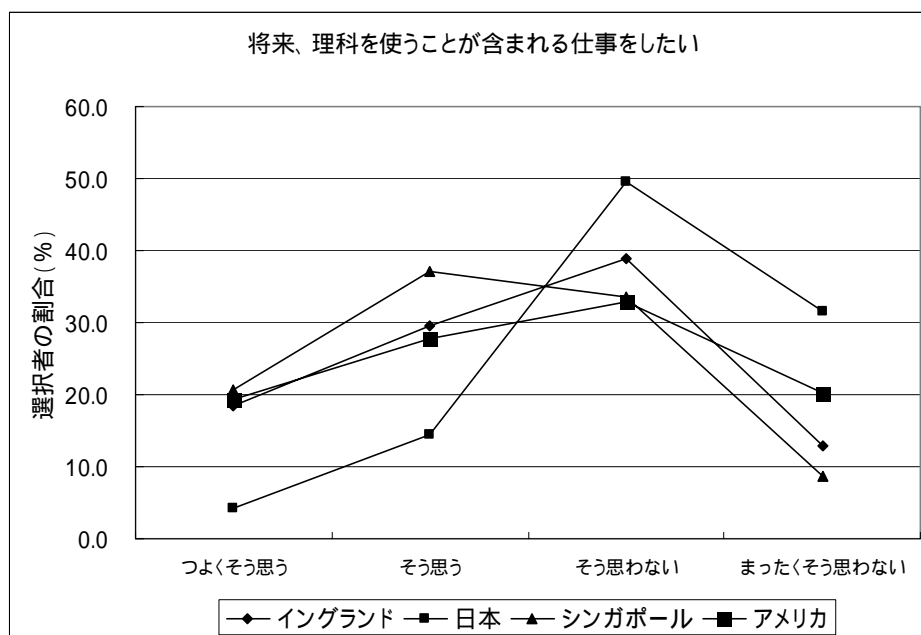


図3 「将来、理科を使うことが含まれる仕事をしたい」に対する回答別の中学2年段階の生徒の割合



英国では、科学の平均学習時間が長い。

表4は、1999年実施の第3回国際数学理科教育調査における教師質問紙において、理科教師が回答した1週間当たりの生徒の「数学」と「科学(理科)」の学習時間について、公開されている国際データベース(ISC Boston College, <http://timss.bc.edu>)に基づいて、英国(イングランド)と日本を含む4カ国の平均値と中央値、及び最頻値を計算したものである。イングランドにおける「科学」の授業時間数は、最頻値が180分と、日本の場合の150分よりも長い。他の国では、この段階の「科学」の授業時間数の最頻値は「数学」のそれと同じか多くなっている。また、イングランドでは、授業時間数は、制度的に規定されていないため、学校ごとにばらつきがある。そこで、図4から図7に、4カ国の授業時間数のヒストグラムを示した(縦軸は回答した教師の数、横軸は表示目盛の両側25分(下側を含む)の時間幅を示す)。

イングランドでは、週当たり175分以上225分未満の範囲に最も高いピークがあり、表1の結果と併せて、多くの学校では180分程度の授業時間数を「科学」に配分していることがわかる。また、次に多いのは225分から275分の時間幅である。

表4 1999年実施の第3回国際数学理科教育調査における中学2年段階での「数学」と「科学(理科)」の週当たり授業時間数(分)の4カ国比較

国	数学			科学(理科)		
	平均	中央値	最頻値	平均	中央値	最頻値
英国(イングランド)	181	180	180	187	180	180
日本	196	200	200	149	150	150
シンガポール	212	210	210	200	210	210
アメリカ合衆国	250	225	225	240	235	250

図4 英国(イングランド)での科学の授業時間のヒストグラム

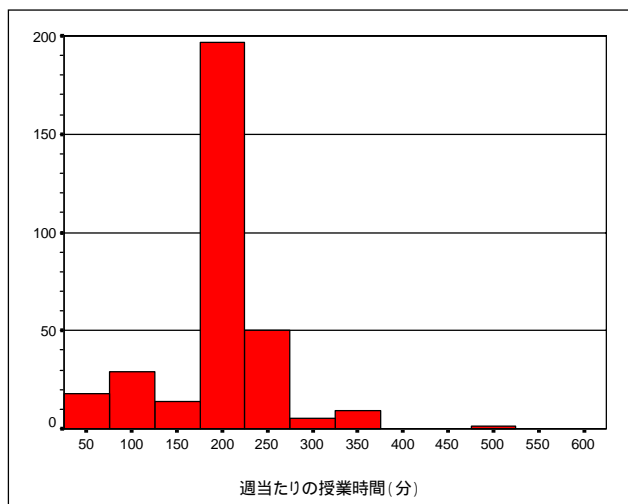


図6 シンガポールでの科学の授業時間のヒストグラム

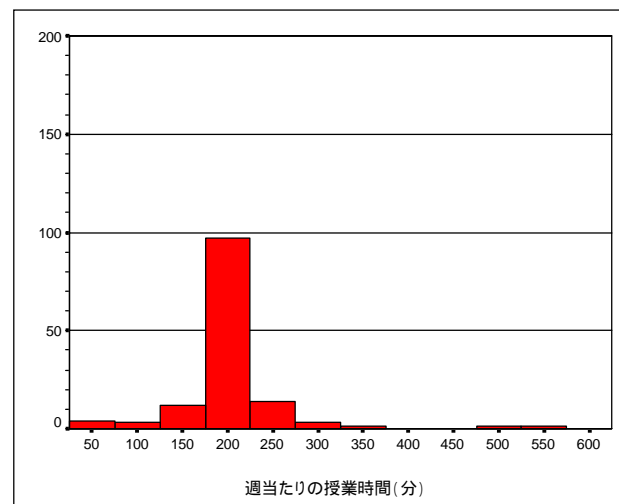


図5 日本での理科の授業時間のヒストグラム

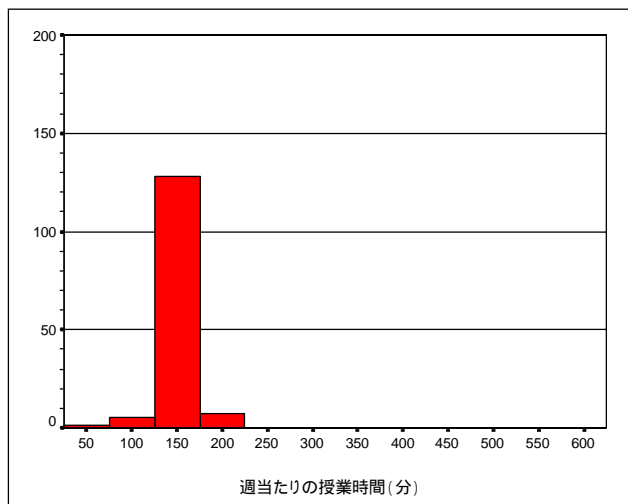
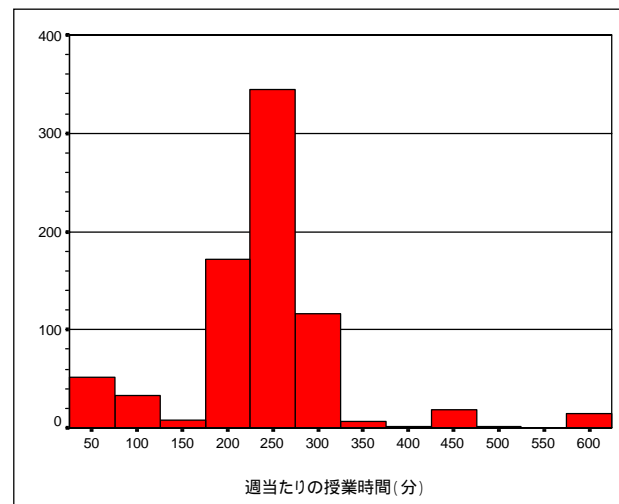


図7 アメリカ合衆国での科学の授業時間のヒストグラム





英国の教育省である DfES (Department for Education and Skills)の文書「KeyStage3 のカリキュラム設計」では、日本の小学校 6 年から中学校 2 年に相当する KeyStage3 段階での授業時間数配分に関して、規定は無いとしながらも、基本となる配分例を示している (表 5)。これによれば、「科学」の週当たりの授業時数は 180 分、年間授業時数は 6480 分で、日本の標準である 5250 分の約 1.23 倍である。

表 5 KeyStage3 段階での授業時数配分の基本形(表中の 1 時間は 60 分である) (DfES (2002) “Designing the Key Stage 3” (Ref: DfES 0003/2002), p.25より作成。)

科目	週当たり平均時間	1年間36週の合計時間	典型週25時間の指導時間割合
英語(国語)	3:00	108	12%
数学	3:00	108	12%
科学	3:00	108	12%
デザイン・テクノロジー	1:30	54	6%
情報テクノロジー	1:00	36	4%
歴史	1:15	45	5%
地理	1:15	45	5%
第一外国語	2:00	72	8%
芸術・デザイン	1:00	36	4%
音楽	1:00	36	4%
体育	1:30	54	6%
公民	0:45	27	3%
宗教教育	1:15	45	5%
合計	21:30	774時間	86%

では、5 カ年の中等教育全体では(日本の小学校 6 年から高校 1 年までの年齢段階に相当)「科学」への授業時間数配分はどうなっているであろうか。表 6 は、英国の学校評価機構である Ofsted<sup>1</sup>による中学校の教育に関する調査報告書で示された典型的な時間配分である。「科学」は、後半の 2 カ年で「二重認定科学」(Science Double Award)を選択する生徒が約 85%(同報告書, p.20)と大多数を占めるため、「科学」の週当たりの授業時間割合が 20%(週約 5 時間(300 分)、毎日授業実施に相当)に増加している。一方、日本では中学校 3 年の「理科」では週当たり 2 ないし 3 単位(100 ないし 150 分)とその半分以下である。

表 6 KeyStage3 及び KeyStage4 段階での科目別授業時数配分の典型的割合(%) (Ofsted (2002) “NATIONAL SUMMARY DATA REPORT for SECONDARY SCHOOLS”, p.19より作成。)

すべての中等教育学校の週当たり授業時間に占める割合(%)の中央値					
科目	第7学年	第8学年	第9学年	第10学年	第11学年
英語(国語)	13	12	12	13	13
数学	12	12	12	12	12
科学(最大)	12	12	12	20	20
デザイン・テクノロジー(最大)	8	8	8	10	10
情報テクノロジー	4	3	3	4	4
歴史	6	7	7	-	-
地理	6	7	7	-	-
芸術	4	4	4	-	-
音楽	4	4	4	-	-
体育	8	8	8	5	5
外国語(最大)	10	12	12	12	12
宗教教育	4	4	4	4	4

英国では、近年、学力が向上しつつある。

表 7 は、1995 年実施と 1999 年実施の 2 回にわたる第 3 回国際数学理科教育調査において、両調査に参加した 26 カ国について中学 2 年段階の生徒の理科成績の変化を示したものである。26 カ国の平均得点は、1995 年の 518 点から 521 点へと 3 点上昇している。イングランドについても、5 点上昇している。日本については 5 点下降している。ただし、これらの変化はすべて統計的な有意差は無いものである。

表 7 1995 年実施と 1999 年実施の第 3 回国際数学理科教育調査における中学 2 年段階の生徒の理科成績の変化 (IEA(2000) “TIMSS 1999 International Science Report” Boston College,p.36.より作成。)

国	1995年調査での 平均得点	1999年調査での 平均得点	1999年と1995年 の得点差、有意差
ラトビア	476 (3.3)	503 (4.8)	27 (5.9)
リトアニア	464 (4.0)	488 (4.1)	25 (5.7)
香港	510 (5.8)	530 (3.7)	20 (6.8)
カナダ	514 (2.6)	533 (2.1)	19 (3.3)
ハンガリー	537 (3.1)	552 (3.7)	16 (4.9)
オーストラリア	527 (4.0)	540 (4.4)	14 (6.0)
キプロス	452 (2.1)	460 (2.4)	8 (3.3)
ロシア	523 (4.5)	529 (6.4)	7 (7.9)
→ 英国(イングランド)	533 (3.6)	538 (4.8)	5 (5.8)
オランダ	541 (6.0)	545 (6.9)	3 (9.1)
スロバキア	532 (3.3)	535 (3.3)	3 (4.5)
韓国	546 (2.0)	549 (2.6)	3 (3.4)
アメリカ合衆国	513 (5.6)	515 (4.6)	2 (7.2)
ベルギー(フラマン語圏)	533 (6.4)	535 (3.1)	2 (7.1)
ルーマニア	471 (5.1)	472 (5.8)	1 (7.8)
イタリア	497 (3.6)	498 (4.8)	1 (5.9)
ニュージーランド	511 (4.9)	510 (4.9)	-1 (6.9)
→ 日本	554 (1.8)	550 (2.2)	-5 (3.0)
スロベニア	541 (2.8)	533 (3.2)	-8 (4.4)
シンガポール	580 (5.5)	568 (8.0)	-12 (9.8)
イラン	463 (3.6)	448 (3.8)	-15 (5.2)
チェコ	555 (4.5)	539 (4.2)	-16 (6.1)
ブルガリア	545 (5.2)	518 (5.4)	-27 (7.5)

( )内は標準誤差。

表 8～表 10 は、KeyStage4 (第 10～11 学年)の終わりに、資格授与機構(Awarding Boards<sup>ii)</sup>)が実施して A\*から G までの 8 段階の修了資格の階級認定を行う GCSE(中等教育一般修了資格)試験において、多くの生徒が受験する「二重認定科学」(Science Double Award)、一部の生徒が受験する 3 つの単独科学履修のうちの「物理」、及び「数学」の選択者について、1992 年から 2001 年までの結果をイングランドの教育課程の開発と評価に当たる QCA<sup>iii)</sup>がまとめたものである。水準の高い A\*～C 階級の生徒割合の推移が示すように、この 10 年間、学力がおおむね向上を続けてきたことがわかる。この傾向は、これ以外の殆どの教科・科目に共通している。

表8 1992年度から2001年度へかけてのGCSE 中等教育一般修了資格試験で「二重認定科学」(Science Double Award)を受験した生徒の認定階級(A\*～G)別割合の変化(QCA(2002)“Inter Examination Board Statistics”から作成。) (Uは認定に達しなかったことを意味する)

"Science Double Award"での各到達階級別の受験者割合(%)

実施年	A*	A	B	C	D	E	F	G	U
1992	0.0	10.3	12.7	22.1	19.6	17.0	11.6	5.2	1.6
1993	0.0	10.6	12.8	22.8	19.2	16.5	11.2	5.1	1.8
1994	2.9	7.1	18.7	19.0	22.7	16.0	9.1	3.1	1.4
1995	3.6	7.0	18.3	20.8	21.5	16.2	8.7	2.6	1.2
1996	3.3	7.5	18.5	21.1	21.2	15.6	8.7	2.7	1.3
1997	3.7	7.3	18.0	20.8	21.7	15.8	8.7	2.6	1.4
1998	3.6	8.0	13.1	26.0	21.3	14.7	8.1	3.1	2.1
1999	3.8	7.6	12.6	26.2	21.7	15.0	8.3	3.1	1.7
2000	3.9	8.1	12.6	27.0	21.6	14.4	7.8	2.9	1.7
2001	4.0	8.0	12.4	27.5	21.1	14.3	7.9	3.1	1.8

実施年	A*～C	A*～G
1992	45.0%	98.4%
1993	46.1%	98.2%
1994	47.7%	98.6%
1995	49.7%	98.8%
1996	50.5%	98.7%
1997	49.8%	98.6%
1998	50.7%	97.9%
1999	50.2%	98.3%
2000	51.6%	98.3%
2001	51.9%	98.2%

受験者総数
621177
668272
810371
924462
937304
929523
948498
960870
980536
1001610

表9 1992年度から2001年度へかけてのGCSE 中等教育一般修了資格試験で「物理」を受験した生徒の認定階級(A\*～G)別割合の変化(QCA(2002)“Inter Examination Board Statistics”から作成。) (Uは認定に達しなかったことを意味する)

"Physics"での各到達階級別の受験者割合(%)

実施年	A*	A	B	C	D	E	F	G	U
1992	0.0	21.5	19.6	25.9	15.1	9.4	5.3	2.4	0.8
1993	0.0	24.0	21.1	23.1	14.9	9.0	4.8	1.9	1.1
1994	9.0	19.0	21.6	24.5	12.7	7.4	3.4	1.4	0.9
1995	12.9	21.2	30.8	20.4	7.8	3.8	1.7	0.2	1.2
1996	13.3	22.1	31.2	18.8	7.5	4.1	1.8	0.2	1.0
1997	13.6	22.7	29.4	20.6	7.5	3.8	1.4	0.1	0.8
1998	15.9	24.6	25.0	21.3	8.6	2.9	0.8	0.2	0.9
1999	18.2	24.4	24.2	20.7	8.4	2.4	0.8	0.2	0.7
2000	17.2	25.9	24.6	20.2	8.3	2.3	0.6	0.2	0.6
2001	17.5	26.3	24.4	20.5	7.9	2.1	0.6	0.2	0.5

実施年	A*～C	A*～G
1992	67.0%	99.2%
1993	68.2%	98.9%
1994	74.1%	99.1%
1995	85.3%	98.8%
1996	85.5%	99.0%
1997	86.3%	99.2%
1998	86.7%	99.1%
1999	87.5%	99.3%
2000	88.0%	99.4%
2001	88.7%	99.5%

受験者総数
78037
65279
53506
43839
46452
44978
45524
46791
46691
46674

表 10 1992 年度から 2001 年度へかけての GCSE 中等教育一般修了資格試験で「数学」を受験した生徒の認定階級 (A\* ~ G) 別割合の変化 (QCA(2002) “Inter Examination Board Statistics” から作成。) (U は認定に達しなかったことを意味する)

"Mathematics"での各到達階級別の受験者割合(%)

実施年	A*	A	B	C	D	E	F	G	U
1992	0.0	8.7	10.2	25.8	17.5	17.3	11.8	5.3	3.4
1993	0.0	8.5	10.3	26.5	19.2	16.3	11.0	4.7	3.4
1994	1.8	6.7	15.8	22.0	17.2	15.5	12.5	6.3	2.2
1995	1.9	6.6	13.4	23.1	17.1	16.2	12.8	6.7	2.4
1996	2.1	7.0	14.3	23.3	16.4	15.7	12.5	6.5	2.1
1997	2.1	7.5	14.6	23.2	16.5	15.6	12.2	6.3	2.1
1998	2.2	7.6	15.5	21.2	17.2	16.2	9.2	5.2	5.8
1999	2.3	7.9	16.2	21.3	18.2	15.3	9.4	5.0	4.4
2000	2.8	7.9	16.7	21.9	17.8	15.7	9.1	4.3	3.8
2001	2.8	8.3	17.0	22.0	18.0	14.8	9.0	4.4	3.6

実施年	A* ~ C	A* ~ G
1992	44.7%	96.6%
1993	45.3%	96.6%
1994	46.3%	97.8%
1995	44.9%	97.6%
1996	46.7%	97.9%
1997	47.3%	97.9%
1998	46.5%	94.2%
1999	47.7%	95.6%
2000	49.3%	96.2%
2001	50.2%	96.4%

受験者総数
636716
621128
640626
678445
695409
686982
682143
691826
684850
704248

学力の向上は、KeyStage2 (第 3 ~ 6 学年) と KeyStage3 (第 7 ~ 9 学年) でも現れている。表 11 と表 12 は、それぞれ、すべての生徒が KeyStage2 と KeyStage3 の終わり (日本の小学校 5 年と中学校 2 年の年齢段階の生徒に相当) に受験する、QCA が 1998 年から実施しているナショナル・カリキュラムの全国テストの「科学」の結果を示している。レベルはナショナル・カリキュラムの到達目標(Attainment Target)を到達している水準を 1 から 8 までの 8 段階で示すものである。

表 11 KeyStage2 の全国テスト「科学」における生徒の到達水準別割合の 1998 年度から 2002 年度へかけての変化 (QCA (2003) “Standards at Key Stage 2” Ref.[QCA/02/955], p.59 から作成。)

Key stage 2の「科学」の全国テスト結果(1984 ~ 2002年)  
(学年集団の各到達レベル別割合%)

レベル	3未満	3	4	5	6
1998	4	23	53	16	0
1999	3	16	51	27	0
2000	3	11	50	34	0
2001	1	9	53	34	0
2002	2	9	49	38	0

表 12 KeyStage3 の全国テスト「科学」における生徒の到達水準別割合の 1998 年度から 2002 年度へかけての変化(QCA (2003) “Standards at Key Stage 3” Ref.[QCA/02/958], p.3 から作成。) (EP は Exceptional Performance「並はずれた成績」であり全国テストでは測定不能な水準を意味する。)

Key stage 2の「科学」の全国テスト結果(1984～2002年)  
(学年集団の各到達レベル別割合%)

レベル	3未満	3	4	5	6	7	8	EP
1998	4	10	25	29	20	7	0	0
1999	3	9	28	31	18	5	0	0
2000	3	10	23	30	23	6	1	0
2001	2	7	20	32	26	7	1	0
2002	2	7	20	33	22	10	1	0

表 11 と表 12 から、徐々にではあるが、1998 年からの 5 年間で、生徒の「科学」の学力到達水準の分布が、明らかに高まる方向に変化していることがわかる。

なお、GCSE における認定階級 (A\*～G) と、全国テストにおける学力到達水準 (1～8) は、ともに規準 (基準) に基づく評価、いわゆる絶対評価により決定されるものである。

## 第2節 科学カリキュラムの構造<sup>1</sup>

本節では、英国の科学カリキュラムの基本的特徴について概括する。

義務教育期間の学習内容を4つの段階として大きなまとまりで捉えている。。

図8に、英国の学校段階が示されている。日本よりも1年早い5歳で小学校に入学し、日本の高校1年に相当する16歳の年までの11年間が義務教育期間であり、それをKey Stage 1からKey Stage 4までの4つの学校段階に分けている。一般的には、Key Stage 1とKey Stage 2が初等教育、Key Stage 3とKey Stage 4が中等教育とされる。

ナショナル・カリキュラムでは、各Key Stageに対して、公的資金を使用するすべての学校で教えらるべき教育内容を定めているが、個々の教育内容をいずれの学年(Year)で学習するかについては規定していない。しかし、Key Stage 1からKey Stage 3までのそれぞれの終わり(Year(学年)2とYear6、Year9)に、英語(国語)と数学、科学(Key Stage 1の除く)の全国テスト(National tests)が実施され、各Key Stageで履修されるべき教育内容についての実現状況と、子どもたちの到達水準が測定される。また、全国テストを実施するしないにかかわらず、すべての教科について、教師が子どもたちの到達水準を評価し報告する。また、Key Stage 4の2年間の学習は、中等教育修了資格の獲得のために、大多数の生徒がGCSE(中等教育一般修了資格)、GVNQ(一般職業国家資格)等の資格試験を受験し、個々の生徒の選択教科の成績に応じて認定資格がその階級とともに与えられる。この資格試験の結果から、全国的な子どもたちの到達水準が評価される。

年齢	段階	学年(Year)	テスト
3-4	Foundation		
4-5			
5-6	Key Stage 1	第1学年	
6-7		第2学年	全国テスト(英語(国語)、数学)
7-8	Key Stage 2	第3学年	
8-9		第4学年	
9-10		第5学年	
10-11		第6学年	全国テスト(英語(国語)、数学、科学)
11-12	Key Stage 3	第7学年	
12-13		第8学年	
13-14		第9学年	全国テスト(英語(国語)、数学、科学)
14-15	Key Stage 4	第10学年	一部の生徒がGCSE受験
15-16		第11学年	大半の生徒がGCSE, GVNQなど受験

図8 英国における学校段階と学習の評価 (<http://www.parentcentre.gov.uk> を元に作成。)

<sup>1</sup>英国(イングランド)のカリキュラムについての総合的かつ詳細な情報は、QCAとNFER(National Foundation for Educational Research)が運営するカリキュラム情報の国際データベースINCA(International Review of Curriculum and Assessment Frameworks Archive, <http://www.inca.org.uk>)から提供されている。

学習到達目標までの過程を 8 つの段階を経た学習の高まりとして捉えている。

ナショナル・カリキュラム( QCA (1999) “The national curriculum for England- Science” による ) では、Key Stage 1 から Key Stage 4 までの各段階で学習されるべき内容 ( programme of study ) を規定する一方で、すべての Key Stage を通じて、生徒が到達する目標 ( Attainment target ) の水準 ( Level ) をレベル 1 からレベル 8 までの 8 段階、及びレベル 8 を超える「並はずれた成績 ( Exceptional Performance ) 」として、段階的に捉えている。

次の表はナショナル・カリキュラムにおいて示されている、Key Stage 1 から Key Stage 3 までの各 Key Stage の生徒の大多数が属すると期待されている到達水準の範囲と、各 Key Stage の終わりに大多数の生徒が到達することが期待されている到達水準である。

	大多数の生徒が取り組みると期待される水準の範囲	大多数の生徒がKey Stageの終わりに到達することが期待される水準	
Key stage 1	1-3	7歳	2
Key stage 2	2-5	11歳	4
Key stage 3	3-7	14歳	5/6

例えば、生徒が 7 歳から 11 歳までの 4 年間を過ごす Key stage 2 の間に、大多数の生徒の到達目標水準がレベル 2 からレベル 4 まで高められることが下限の目標となる。第 1 節の表 11 では、Key stage 2 の終わりの全国テストの結果は、この下限のレベル 4 に達しない生徒の割合は、1998 年度の 27% から、2002 年度では 11% まで低下している。また、下限を上回るレベル 5 以上と評価された生徒の割合は、1998 年度の 16% から、2002 年度では 38% へと増加しているなど、学力の高まりが確認できる。

生徒たちとその保護者は、義務教育期間中に、その生徒が 8 段階のうちでのどの到達水準に位置しているかを公的な試験によって確認する機会が数回あり、また、各教師は常に個々の生徒の到達水準を判断しつつ、その能力水準に適した学習指導を行うことが求められている。

「科学」の学習内容を「科学的探究」を含む 4 領域で捉えている。

ナショナル・カリキュラムでは、「科学」で学習されるべき内容 ( programme of study ) を、領域 1「科学的探究」と領域 2「生命のプロセスと生物」、領域 3「物質とその特性」、領域 4「物理的プロセス」の 4 つの領域に分けて記述している。このうち、領域 1「科学的探究」は、他の 3 つの領域の学習の際に、併せて学習されるものであり、単独で学習されるものではない。また、領域 1「科学的探究」は、日本の学習指導要領「理科」では内容として明示されていない学習内容であり、「科学の本質」や「科学的探究能力」を直接規定する内容である。図 9、図 10 にそれぞれ Key stage 2 と Key stage 4 における領域 1「科学的探究」の内容を示す。これらから、Key stage 4 は Key stage 2 と比べて、同じ構造を保ちつつも、「科学的探究」に関する学習内容に広がりや深まりが見られる。

また、図 11 には、「科学」の領域 1「科学的探究」に関する到達目標 ( Attainment target ) の各水準 ( レベル ) の記述を示す。レベルが高まるとともに、より高度な種類と範囲の「科学的探究」が要求されていることがわかる。なお、レベル 4 の記述が、Key stage 2 の終わり ( 日本では小学校 5 年 ) までに大多数の生徒が到達することが期待されている水準を示している。

#### 領域 1「科学的探究」(Key Stage 2)

##### 科学での考え方と証拠

1. 生徒たちは以下の事項を教えられるべきである
  - a 科学は、創造的に思考することに関わり、それによって生物と非生物がどのようにうまく動いているかを説明しようとしたり、原因と結果のつながりを見出したりすることであること ( 例えば、ジェンナーによるワクチンの研究 )
  - b いろいろな考えを、観察と測定から得られた証拠を用いて確かめることが大切であること。

##### 調査能力

2. 生徒たちは以下の事項を教えられるべきである。
  - 「計画すること」
    - a 科学的に調査できる疑問をもち、どうやって答えを見つけるかを決めること。
    - b 直接経験や他のある程度の広がりのある情報源からの情報を検討し、疑問に答えるためにそれらを用いること。
    - c 何をするか、どんな種類の証拠を集めるか、及びどんな器具と物質を用いるかを決める際に、何が起こりうるかについて考えたり、試しにやってみたりする。
    - d 他の要因を同じに保ったまま一つの要因を変えて効果を観察したり、測定したりして、公正な検証や比較を行うこと。

##### 「証拠を得ることと提示すること」

- e 単純な機器と物質を適切に使い、安全を確保して活動すること。
- f データ収集に当たって、ICT ( 情報通信技術 ) を使用することを含んだ組織的な観察や測定を行うこと。
- g それが相応しい場面で繰り返しによって観察や測定をチェックすること。
- h ダイアグラムや図、表、棒グラフ、線グラフ、及び ICT ( 情報通信技術 ) を含む幅広い手法を用いて、データを適切にかつ組織的なやり方で他人に伝えること

##### 「証拠を検討し、評価すること」

- i 自分たちの観察や測定、あるいはその他のデータを比較して、それらの中に単純なパターンや関連性を見出すこと。
- j 結論を導くために、観察や測定、あるいはその他のデータを用いること。
- k そうした結論が予測と合致するかどうか、また結論がさらなる予測を可能とするかを決めること。
- l 観察や測定、あるいはその他のデータや結論を説明するために、彼らの科学的知識と理解を用いること。
- m 自分たちの研究と、他人の研究を振り返って、その意味と限界について論じること。

図 9 Key stage 2 における領域 1「科学的探究」の学習内容 (QCA (1999) “The national curriculum for England-Science” から作成。)



## 領域 1「科学的探究」(Key Stage 4)

### 科学での考え方と証拠

1. 生徒たちは以下の事項を教えられるべきである
  - a. いかにより科学的な考え方が発表され、評価され、広まっていくか。(例えば、出版物や他の科学者のレビューによって)
  - b. 経験的な証拠を異なって解釈することから、いかにより科学的な論争が巻き起こるか。(例えば、ダーウィンの進化論)
  - c. 科学的な仕事、それがなされる状況から影響を受ける様(例えば、社会的、歴史的、倫理的、精神的)と、そうした状況が考え方を受け入れるか、いかに影響を与えるか。
  - d. 産業的、社会的、及び環境的な問題に取り組む際の科学の力と限界について考察すること。それは、科学が答えられることと答えられないこと、科学的な知識の不確かさ、及び、関連する審美的な諸問題も含む。

### 調査能力

2. 生徒たちは以下の事項を教えられるべきである。
  - 「計画すること」
    - a. 科学的な知識と理解を用いて、さまざまな考えを調査できる形式に変換し、適切な方略を計画すること。
    - b. 直接経験に基づく証拠を用いるか、あるいは二次的な情報源からの証拠を用いるかを決定すること。
    - c. 適切な場面で、予備的な作業を行って、予測を立てること。
    - d. 証拠を収集する際、考慮すべき主要な要因について検討し、また、容易に変数がコントロールできないような状況で(例えば、野外作業や調査など)いかにより証拠を収集できるかを検討すること。
    - e. 収集しようとするデータの範囲と程度(例えば、生物調査の際の適切な標本の量)、技法、装置、及び用いる材料を決定すること。
  - 「証拠を得ることと提示すること」
    - f. 幅広い装置や材料を用いて、かつ、自身や他人の安全を確保する作業環境を保つこと。
    - g. データ収集に当たって、ICT(情報通信技術)を使用することを含んだ観察や測定を行うこと。
    - h. 誤差を低減したり、信頼性の高い証拠を得たりするために十分な観察や測定を行うこと。
    - i. 観察や測定における不確かさの程度を判断すること。(例えば、繰り返し測定における分散を用いて、測定値の平均値の正確さの程度を判断すること)
    - j. ダイアグラムや表、チャート、グラフ、及びICT(情報通信技術)を用いて、量的データや質的データを表現したり、他人に伝えたりすること

### 「証拠を考察すること」

- k. ダイアグラムや表、チャート、グラフを用いて、データにおけるパターンや関連性を見つけたり説明したりすること。
- l. 計算の結果を適切な程度の正確さで表現すること。
- m. 観察や測定、その他のデータを用いて、結論を導くこと。
- n. こうした結論がどの範囲において予測を支持するか、及び、さらなる予測を可能とするか、について説明すること。
- o. 科学的な知識と理解を用いて、観察や測定、その他のデータ、及び結論を説明したり解釈したりすること。

### 「評価すること」

- p. 不規則なデータについて、それらを却下、もしくは採用するための理由について検討するとともに、測定と観察にともなう不確かさに関して、データの信頼性を検討すること。
- q. 収集した証拠がいかなる結論やなされる解釈を十分に支持するかどうかについて検討すること。
- r. 用いた方法に対する改善点を示唆すること。
- s. さらなる調査について示唆すること。

図 10 Key stage 4 における領域 1「科学的探究」の学習内容(QCA (1999) “The national curriculum for England- Science” から作成。)

## 到達目標 1： 科学的探究

### レベル 1

生徒たちは、事物や生物、観察する出来事の単純な特徴を記述したり、それに適切に応じるとともに、単純な方法(例えば、それに関する勉強について話したり、絵を描いたり、単純な図表など)を用いて、見つけたことを伝達する。

### レベル 2

生徒たちは、助けを得て、物事をいかに見出すかについての提案に応えたり、疑問に答えるためにデータをいかに収集するかについて、自分から提案したりする。彼らは、助けを得て、情報を見つけるために、単純なテキストを用いる。彼らは、与えられた単純な装置を用い、課題に関連した観察を行う。彼らは、事物や生物、出来事を観察したり比較したりする。彼らは、科学的な語彙を用いて観察について記述したり、適切な場面で単純な表を用いて記録したりする。彼らは、発生したことが期待したことであったかどうかについて語る。

### レベル 3

生徒たちは、ある疑問の答えをいかに見つけるかについて、提案に応えたり、自身の考えを提案したりする。彼らは、なぜ疑問に答えるためにデータを収集することが重要であるかがわかっている。彼らは、ある範囲の単純な装置を用いて、関係のある観察を行ったり、長さや質量といった量を測定したりする。彼らは、適切な場面で、いくらか助けを得て、公正な検証(fair test)を行うが、それがなぜ公正であるかがわかっている、説明できる。彼らは、さまざまなやり方で観察したことを記録する。彼らは、観察したことに説明を加えたり、記録された測定結果の中の単純なパターンを説明したりする。彼らは、彼らが何を見出したかを科学的なやり方で伝達したり、彼らの活動の改善点を示唆したりする。

### レベル 4

生徒たちは、科学的な考えが、証拠に基づいていることがわかっている。彼ら自身の調査活動の中で、彼らはある疑問に答えるために(例えば、公正な実験を行うなどの)適切な取り組み方を決定する。適切な場面で、彼らは一つの要因以外の要因を同じに保ったままいかにその要因を変化させるかを記述したり、課題を遂行する方法を示したりする。彼らは、適切な場面で予測する。彼らは、彼らに与えられた情報源から情報を選択する。彼らは、課題に対して、ふさわしい装置を選択し、適切な一連の観察と測定を行う。彼らは、表と棒グラフを用いて、観察したことを記録したり、比較したり、測定したりする。彼らは、単純なグラフを作成するために打点することを始め、これらのグラフを用いて、データ中のパターンを指摘したり解釈したりする。彼らは、彼らの結論をこうして得たパターンや科学的知識や理解と関連づけたり、適切な科学用語を用いて結論を伝達したりすることを始める。彼らは、彼らの活動の改善点について理由を与えながら示唆する。

### レベル 5

生徒たちは、実験上の証拠や創造的な思考が、ある科学的な説明(例えば、キーステージ 2 でのジェンナーの種痘の研究や、キーステージ 3 でのラボアジェの燃焼の研究など)を行うためにいかに取り込まれてきたかを記述する。彼らがある科学的な疑問に答えようとするとき、彼らはある適切な取り組み方を見わける。彼らは一定範囲の情報源から選択を行う。調査が公正な検証を必要とするとき、考慮すべき鍵となる要因を見わける。適切な場面で、彼らは彼らの科学的知識と理解に基づいて予測を行う。彼らは、一定範囲の課題に応じて器具を選択し、それを効果的に用いることを計画する。彼らは、課題に適切な正確性を保って、一連の観察、比較、測定を行う。彼らは観察と測定を繰り返し行ったり、出くわした変化に対して単純な説明を提案したりすることを始める。彼らは、系統的に観察したことや測定結果を記録し、適切な場面で、データを線グラフで表現する。彼らは、証拠に一致する結論を導き、それを科学的知識や理解に関連づけることを始める。彼らは、彼らの調査方法がいかに改善され得るかについて実際に示唆する。彼らは、適切な科学用語と種々の決まりを用いながら、データを定性的かつ定量的に伝達する。

(次頁に続く)

#### レベル6

生徒たちはいくつかの認められた科学的考え方を支持する証拠を記述したり、科学者による証拠の解釈がいかに新たな考えを発展させたり受け入れることにつながるかを説明する。彼ら自身の調査活動の中で、彼らは科学的知識と理解を用いて、ある適切な取り組み方を見付ける。彼らは、種々の情報源を効果的に用いたり選択したりする。彼らは課題に対して十分な測定や比較、観察を行う。彼らは、さまざまな量を、細かい目盛り分けのされた道具を用いて、正確に測定する。彼らは、グラフや図形を用いて効果的にデータや特徴を示すことを可能にするような尺度を選ぶ。彼らは示される主なパターンにうまく合わない測定結果や観察結果を見付ける。彼らは、証拠に一致する結論を導き、科学的知識と理解を用いて結論を説明する。彼らは、いかに彼らの調査方法が改善され得るかについて、理由のある示唆を行う。彼らは適切な方法を選択したり用いて、科学用語と種々の決まりを用いながら、データを定性的かつ定量的に伝達する。

#### レベル7

生徒たちは、科学の諸理論に基づいていくつかの予測を記述したり、それらの予測を検証するために、いくつかの収集された証拠の例を与えたりする。彼ら自身の研究において、彼らは科学的知識と理解を用いて疑問に対して適切な取り組み方を決定する。彼らは、複雑な状況や要因が容易にコントロールできないとか、適切な手続きを計画できないとかといった状況において、鍵となる要因を見付ける。彼らは一定範囲の情報源から情報を合成して、二次的なデータに制約が伴う可能性を見付ける。彼らは広い範囲の器具を用いて、正確に系統的な観察や測定を行う。彼らは、信頼できるデータを得るために、彼らがいつ繰り返しの測定や比較、観察を行うことが必要であるかを見付ける。彼らは、適切な場面で、グラフでデータを表現し、データにもっともよく合う線を用いる。彼らは、証拠に一致する結論を導き、結論を科学的知識と理解を用いて説明する。彼らは、彼らが収集したデータが彼らの導いた結論を支持するのに十分であるかどうかを考察し始める。彼らは、記号やフローチャートなどを含む広い範囲の科学用語や技術用語、及び種々の決まりを用いて、彼らが行った事柄を伝達する。

#### レベル8

生徒たちは、追加された科学的証拠に照らして、変容されなくてはならなくなった科学的説明やモデルの事例を上げる。彼らは、ある範囲の情報源から、データを評価したり合成したりする。彼らは、異なる類の科学的な疑問を調査することが、異なる方策を要することがわかり、彼ら自身の研究において、科学的知識と理解を用いて、ひとつの適切な方策を選択する。彼らは、どの観察結果が定性的な研究に関係するかを決定し、彼らの記録中にその詳細を適切に含む。彼らは、比較や測定に必要とされる正確さの程度を決定し、彼らが変量間の関係を検証することを可能とするデータを収集する。彼らは、不規則な観察や測定の結果を見分け、また説明することを始め、それを考慮してグラフを描く。彼らは、彼らの証拠から結論を導くために科学的知識と理解を用いる。彼らは、結果のグラフや表を批評的に考察する。彼らは、いろいろな見方があることを自覚していることを示しつつ、適切に科学用語と種々の決まりを用いて、見出した事柄と論点を伝達する。

#### 並はずれた成績

生徒たちは、その後の実験によって疑われることになった科学的説明やモデルの事例を上げ、科学的理論を修正する上での証拠の重要性について説明する。彼らは、一定範囲の情報源からデータを評価したり合成したりする。彼らは、異なる類の科学的疑問を調査することが異なる方策を要することがわかり、彼ら自身の研究において、科学的知識と理解を用いて、ひとつの適切な方策を選択する。彼らは、関連ある観察や比較の結果を記録し、とりわけ重要な点を明らかに見分ける。彼らは、測定に際して正確さの程度を決定し、その要件を満たすデータを収集する。彼らは、変量間の関係を検証するために彼らのデータを用いる。彼らは、不規則な観察と測定の結果を見分けたり説明したりして、それを考慮してグラフを描く。彼らは、彼らの証拠から傾向やパターンを解釈したり、結論を導いたりするために科学的知識や理解を用いる。彼らは、結果のグラフや表を批評的に考察し、いかに彼らが付加的な証拠を収集することができるであろうかについて理由とともに説明する。彼らは、不確かさの程度といろいろな異なる見方があることを自覚していることを示しつつ、適切に科学用語と種々の決まりを用いて、見出した事柄と論点を伝達する。

図 11 領域「科学的探究」に関する到達目標(Attainment target)の各水準別の記述(QCA (1999) “The national curriculum for England- Science”から作成。)

「科学」を「英語（国語）」「数学」と並ぶ中核（コア）教科に位置づけている。

ナショナル・カリキュラムでは、英語（国語）と数学、科学の 3 教科が、コア・サブジェクト（中核教科）に位置づけられている。その理由は、言語と数学的基礎、及び科学的方法が、その他の教育課程と、成人の生活のあらゆる局面で必要な基礎であるからとされる（INCA mainstream England 5.2.2, <http://www.inca.org.uk>）。

「科学」の重要性については、ナショナル・カリキュラム「科学」の中に、次のように記されている。

「科学」の重要性

「科学」は生徒たちを刺激し、身の回りの世界の事物現象に関する好奇心をかき立てる。また、この好奇心を知識で満たす。科学はアイデアと実際上の経験とを直接結びつけ、そのため、さまざまな水準で学習者が取り組むことができる。科学的な方法は実験による証拠とモデル化を通じた説明の発展と評価に関わっている。これが批評的思考と創造的思考に拍車をかける。科学を通して、生徒たちはいかに重要な科学的アイデアが産業やビジネス、医学に影響を与え、生活の質を改善させるようなテクノロジーの変化に貢献するものであるかを理解する。生徒たちは科学を学ぶ重要性を認識し、その世界的な発展を追跡する。彼らは、自身の生活に影響するかもしれない科学に基礎をおく諸問題と社会の行く末、及び世界の将来について疑問をもったり討論したりすることを学ぶ。

(QCA (1999) "The national curriculum for England- Science", p.15)

教科横断的に、重要な諸スキルを発展させる機会を強調している。

ナショナル・カリキュラムでは、教科横断的に、キー・スキルズ(key skills)と呼ばれる 6 つの重要な諸能力を育成することが求められている。それらについて、ナショナル・カリキュラム「科学」では、以下のように例を挙げて説明している。

- ・ さまざまな文脈において事実やアイデアや意見を明らかにするとともに他人に伝えることを通じた「コミュニケーション」スキル。
- ・ 直接的や二次的なデータを収集し、吟味し、分析することを通じた「数の応用」スキル。
- ・ 広範な情報通信技術の使用を通じた「情報テクノロジー」スキル。
- ・ 科学的調査を実行することを通じた「他人と一緒に作業する」スキル。
- ・ 成し遂げてきたことを振り返り、達成したことを評価することを通じた「自分の学習と成績を向上させる」スキル。

科学的な疑問に創意ある解で答える方法を見つけることを通じた「問題解決」スキル。  
さらに、次のようなその他の資質・能力的側面の育成が現在のナショナル・カリキュラムでは強調されている。

- ・ 科学的探究のプロセスに生徒が取り組むことを通じた「思考スキル(thinking skills)」。「思考スキル」の下位スキルとして、「情報処理スキル（関連情報調べ、情報の並べ替えや分類や配置、情報の比較や対照、関連性の同定や分析）」、「推理スキル（意見や行為

を理由づけること、推測すること、演繹すること、情報に裏付けられた判断や決定をすること、推理に正確な言語を用いること)」「探究スキル(疑問を尋ねること、探究課題の定義、研究計画、結果の予測、結論の見通し、結論の導き)」「創造的思考スキル(アイデアの一般化、アイデアの深化、仮説化、想像の適用、刷新的対案の模索)」「評価スキル(評価基準の作成、評価基準の適用、情報とアイデアの価値判断)」の5つが上げられている。

- ・ 生徒が、科学者の研究についての学習や、科学的なアイデアがテクノロジーの製品やプロセスに用いられるやり方を学ぶことを通じた「事業や企業家のスキル (enterprise and entrepreneurial skills) 」。
- ・ 科学を基礎とした産業や経済の事業の学習、及び地域の科学者たちや技術者たち、さまざまな職場との接触を通じた「労働に関わる学習」の促進。
- ・ 確かな科学を基礎とした意識決定のスキルを伸ばし、科学とテクノロジーの応用に関わる価値と倫理を追求し、多様性や相互依存性といったいくつかの重要な概念に関して知識と理解を深めることを通じた「持続可能な発展のための教育」の促進。

こうした、教科横断的な資質・能力育成のために、具体的なナショナル・カリキュラムとの関連とその指導資料が収集、普及されつつある。(QCA, “National Curriculum Online”, <http://www.nc.uk.net>)

## まとめ

第 1 章ではまず、イングランドを中心とした英国の科学カリキュラムの実施状況について、文献や既存の調査データの分析によって、国際比較的な観点からの概括を行った。その要点は以下の通りである。

英国の生徒の科学の成績は国際的に高い水準にある。

英国の生徒の科学への学習態度は国際的に良好な水準にある。

英国では、多くの生徒が科学の学習を楽しんでいる。

英国では、多くの生徒が科学の学習を大切であると感じている。

英国では、多くの生徒が将来、科学を用いる職業に就きたいと思っている。

英国では、科学の平均学習時間が長い。

英国では、近年、学力が向上しつつある。

次に、英国の科学カリキュラムの基本的特徴について概括した。

義務教育期間の学習内容を 4 つの段階として大きなまとまりで捉えている。

学習到達目標までの過程を 8 つの段階を経た学習の高まりとして捉えている。

「科学」の学習内容を「科学的探究」を含む 4 領域で捉えている。

「科学」を「英語（国語）」「数学」と並ぶ中核（コア）教科に位置づけている。

教科横断的に、重要な諸スキルを発展させる機会を強調している。

このように、英国の科学カリキュラムが置かれている状況はわが国のそれとは大きく異なっている。わが国では青少年の科学技術への関心の低さが深刻な問題となっており、英国で見られる科学への良好な学習態度の状況は興味深く感じる一方で、それがどのような要因によってもたらされているのかについては明らかではない。これについての明瞭な示唆が得られれば、高い水準の学力を維持しつつ、良好な学習態度の形成を目指すわが国での状況の改善に寄与するであろう。英国での取り組みをより詳しく調べることは、この意味で重要性の高い示唆につながる可能性がある。そこで、本研究では、すべての生徒にとって将来の生活の上で応用できる範囲が広いと考えられる「科学的探究」の能力育成に焦点を当て、ナショナル・カリキュラムの開発・評価の担当者、資格授与機構の担当者、初等教育と中等教育の現場における担当者らから、より詳しい情報を得ることとした。

## 補足

---

### <sup>i</sup> Ofsted (Office for standards in education, <http://www.ofsted.gov.uk>)

イングランドにおいて、基本的に公的補助を受けるすべての学校の評価と指導を行う職員数約 2500 人の独立行政機関。1992 年に設置。対象となるすべての学校（約 24000 校）は、Ofsted によって 6 年に 1 度の査察を受ける。初等教育段階で 2 人が査察官 3 日間、中等教育段階で 15 人の査察官が 4 日間に渡って広範囲な査察を行い、学校の特徴、教育の水準と成果、活動、指導状況、管理運営、前回査察からの改善点、今後のさらなる改善点などに関して、膨大な情報を収集し、勧告を含めた「査察報告書」を作成し公開する。査察報告書に対して、学校側は改善計画書を提出し公開しなければならない。査察によって、深刻な問題点が明らかとなった場合には、特別措置が取られ、長期の観察と指導が行われる。地方教育当局（LEA）も改善支援策を講じるよう求められる。さらに改善が見られない場合には、教育省命令により学校閉鎖の可能性もある。「査察報告書」は、Ofsted のホームページからダウンロードできる他、各学校が求めに応じて住民に提示することが義務づけられている。（以上、Ofsted ホームページから提供されている情報と、Ofsted (2003) “Ofsted Department Report 2002-2003”に基づく。）

### <sup>ii</sup> Awarding Bodies（資格授与機構）

GCSE や GCE-A level, GNVQ など、多種多様な教育修了資格認定試験の開発・実施を行う。GCSE については、the EdExcel Foundation, Oxford Cambridge and RSA Examinations (OCR), the Assessment and Qualifications Alliance (AQA) の 3 団体が、試験問題、試験要目 (specifications)、試験実施学校との連絡調整、採点要領の作成と採点者研修、校内採点のチェック、資格認定、QCA との協議などを行っている。どの試験科目でどの資格授与機構の試験を受けるかは、学校が独自に選ぶ。また、GCSE 試験に向けた学習が中心となる Key stage 4 段階の教科書の多くは、いずれかの資格授与機構の試験要目に準拠していることを明示している。

### <sup>iii</sup> QCA (Qualifications and Curriculum Authority, <http://www.qca.org.uk>)

イングランドにおいて、ナショナル・カリキュラムの開発・実施とその評価、教育修了資格認定の枠組み開発など、教育課程と教育修了資格全般に関わる諸事業・研究を司る職員数約 500 人の独立行政機関。1997 年に設置。Key stage 1, 2, 3 段階の全国テストは、QCA が行い、その結果に基づいて、学力向上へ向けた指導資料を作成している。





## 第2章

### 英国科学カリキュラムにおける 「科学的探究能力」の指導と評価

小倉 康（国立教育政策研究所）

浅海範明（山口県田布施町立麻郷小学校）



## 英国科学カリキュラムにおける「科学的探究能力」の指導と評価

小倉 康（国立教育政策研究所）

浅海範明（山口県田布施町立麻郷小学校）

第1章の内容から、英国では、高い水準の学力を維持しつつ、良好な学習態度が形成されている様子がうかがえる。高い水準の学力を維持しつつも、良好とは言えない状況にある学習態度の改善を目指すわが国にとって、英国での取り組みをより詳しく調べることから有益な示唆が得られる可能性がある。そこで、平成15年9月24日～30日の期間に英国への訪問調査を行い、さまざまな取り組みの中でもすべての生徒にとって将来応用できる範囲が広いと考えられる「科学的探究能力」の育成に特に焦点を当て、ナショナル・カリキュラムの開発・評価の担当者、資格授与機構の担当者、及び、初等教育段階と中等教育段階の教師らから、インタビューと資料収集、及び授業観察を通じてより詳しい情報を得ることとした。

訪問先と対応者は以下の通りである。

**QCA (Qualifications and Curriculum Authority、資格カリキュラム行政機関)**

Rose Clesham 氏、Rebecca Edwards 氏（ともに Science 担当）と面談。

**Edexcel（資格授与機構）**

John Fincham 氏（Science 担当）と面談。

**Warren Junior School (Key stage2 段階の小学校)**

Roger Mitchell 氏（副校長職の科学教師）と学校長と面談、授業観察。

**The Weald School (Key stage3, Key stage 4, Six form を併せ持つ中等教育学校)**

Nick Webb 氏（科学科長、科学教師）と科学教師と面談、授業観察。

インタビュー調査では、限られた時間内で、それぞれの機関や学校の機能に応じて、科学カリキュラムにおける「科学的探究能力」の指導と評価に関わるあらゆる側面の情報を得よう努めたが、特に調査によって明らかにしようとした疑問は以下の点である。

- ☆ 科学的探究能力を科学のカリキュラムにどう位置づけているのだろうか？
- ☆ 科学的探究能力をいかに指導し評価するのだろうか？
- ☆ 科学的探究能力を「全国テスト」でいかに評価するのだろうか？
- ☆ 科学的探究能力を「コースワーク」でいかに指導し評価するのだろうか？
- ☆ 絶対評価の下で、どのように評価の信頼性を高めているのだろうか？
- ☆ 生徒は意欲的に科学的探究に取り組んでいるのだろうか？

以下では、まず第1節～第4節において、計4カ所におけるインタビューの記録（筆者が要旨を整理したもの）を掲載した後、第5節以降において、調査の観点別にインタビュー調査の結果と収集した資料の分析を踏まえた考察を行う。

## 第1節 QCAインタビュー記録

### 第1回目(2003年9月24日)

#### ナショナル・カリキュラムの解釈

ナショナル・カリキュラムの到達目標 (Attainment target) の各レベルの評価基準が、一般的な用語で記載されているので、教師から各レベルの評価が不明確だと指摘される。私たちは、そうした質問に対して、Web上で教師たちが各レベルの解釈に参考になる情報を公開して、それができるだけ理解できるよう努めている。

#### 到達状況のモニター

各 Key stage の終わりに教師による各生徒の到達レベルの評価の結果が、学校ごとにまとめられて報告されるが、それとは別に、国は、到達状況をモニターするために、7歳(数学、英語)、11歳(数学、英語、科学)、14歳(数学、英語、科学)のすべての生徒にナショナルテストを実施する。16歳の段階では、試験機関(Exam Boards ; ここでは Awarding Bodies(資格授与機構)のこと)が資格試験を行うが、ナショナル・カリキュラムを基礎としながら、その解釈は生徒の進路や科目の難易度によってかなり異なってくる。すべての生徒に共通なテストは、14歳のナショナルテストが最後である。科学のナショナルテストは、4領域 (Scientific Investigation、Physical Science、Biology、Chemistry) の測定問題が混合したもの。テストで、4領域を通した生徒の到達レベルを評価する。通常は、教師の判断した到達レベルとナショナルテストの結果による到達レベルとはほぼ一致する。学校は、各生徒の科学の到達レベルを、一つのレベルとして報告するが、それは、4つの科学の領域のそれぞれの到達レベルを平均した(一般に整数に丸められる)ものである。Key Stage 3 までのナショナルテストで測定するのはレベル 7 までである。Key Stage 3 までのスタンダードで、われわれは、多くの生徒がレベル 8 以上となることは期待していない。レベル 8 以上は GCSE のスタンダードである。

#### 到達状況

ナショナル・カリキュラムが作成されたとき、各教科の到達レベルは、Paul Black 教授と教科の専門家が、生徒の理解の発達過程に基づいて設定した。一般的な成長では、2年間にほぼ1つ上のレベルに達すると見なされた。したがって、7歳段階でレベル 2、その2年後にレベル 3 が期待される。ところが、興味深いことに、Key Stage 2 で期待されるレベル 4 は、テスト結果の平均のレベルとは異なっている。Key Stage 2 の科学では、87%の生徒がレベル 4 以上であり、期待を上回っていて、数学や英語よりもかなり高い。Key Stage 3 の期待レベルはレベル 5 であるが、科学の場合、67%の生徒がレベル 5 以上であり、これはほぼ数学と英語と同じ状況である。1999年にナショナルテストが始まって、平均のレベルは一端大きく上昇し、その後も少しずつ上がってきた。

ところが、2003年のナショナルテストでは、これまでの科学のテストが知識に偏りすぎていて、プロセス（スキル）が弱かったので、領域1「科学的探究」をより重視した問題を課した。これによって、これまでのような上昇傾向に少し変化があるかもしれない。これまでも領域1「科学的探究」は、科学の重要な要素であったが、テストは主要ではなかった。しかし、これからはKey Stage2とKey Stage3のテストにおいてもこれを組み込むことで、よりプラクティカルな科学の授業がされるだろう。

### 筆記テスト偏向の問題

教育の文化がテスト中心になりつつあって、なかなかその文化から逃れられない。だけど、それとは別に大事なスキルがあるということを理解する必要がある。テストによって本人の実力がわかるよりも、筆記テストでうまく出来たということがわかるだけで、要するに、筆記テストで測れるスキルと、それ以外の大事なスキルとのバランスをいかにとるかが重要だ。教師の判断を要するコースワークの評価も、筆記テスト以外で図ろうとする重要なスキルであり、QCAの中には、教師の判断をより重視するグループがある。

そこで、ナショナルテストによる評価と教師による評価を比較した結果を公表したが、新聞は関心を示さなかった。彼らは単にテストの得点（教師が判断しないスコア）だけに興味がある。先日、「なぜ生徒がナショナルテストで不合格になったか」という記事が載ったが、ナショナルテストでは、合格、不合格は関係なく、どれくらいの生徒がどの段階にいるかという状況を示しただけにもかかわらず、彼らは合格・不合格として結果を報じた。

GCSEのような資格試験として合格・不合格を判定するようには設計されていないナショナルテストでは、生徒がどのレベルにいるかという診断的な結果や学校のパフォーマンスを測る。にもかかわらず、教師もそのことを理解しながら、保護者などからプレッシャーを受けている。保護者は自分の子どもがレベル4（Key Stage 2）に到達しているかどうかということが知りたい。というのは、それが期待されている到達レベルだから。

### イギリスで成長しつつある塾産業

学校外でチューターの助けを借りて期待されているレベルを達成しようとする生徒が増えており、そうしたビジネスが成長している。それぐらい保護者たちは重要性をもってレベルを気にしている。私自身、長年科学教師であったが、そのときは、学校で十分学習すればよいので、生徒は学校外であるレベルを達成するためにより多くの時間を費やす必要はないと強く感じていた。

### 年少段階からの「科学的探究」指導の強調

領域「科学的探究」に関して、QCAは、5歳児からの科学教育で、教師たちが科学的事実を伝える指導から、「科学と探究についていかに考えるか」を指導するように促している。という

のも、GCSE の科学で成功(A\*~C)する生徒の割合は約半数で長年ほとんど変わっておらず、残りの約半数という膨大な数の 16 歳段階の生徒が科学をよく理解していないことを国は憂慮してきた。本質的には、より若い年齢段階で科学的なプロセスについて十分に指導されていないことが問題である。それでわれわれは年少の段階からの科学の指導のされ方を変えるよう取り組んでいる。それによって、子どもたちが十分に領域「科学的探究」を学習することで、より多くの生徒が GCSE の科学で成功するようになると考えている。子どもたちの能力開発や保護者に対するものなど、さまざまな短期的な施策も行われているが、この問題に対してはずっと長期的な見通しで取り組んでいる。年少段階での科学の指導を変えるといっても、学校側に十分な科学的資質をもたない教師が多いことが問題となる。そこで、われわれの立場としては、ナショナル・カリキュラムとともに、ナショナルテストで領域「科学的探究」を強調することによって、教師と LEA(地方行政当局)と教師教育者たちに、科学がいかに関指導されるべきかについて認識してもらうのだ。

### 物理科学教師の確保の困難

生徒にとって科学が困難に感じられていることから、科学の学位を目指す大学生が少なく、したがって、十分な数の科学の教師を得ることが難しくなっている。中等教育段階の科学の教師の過半数は生物の学位取得者で、物理科学の学位を持つ科学教師が少ない。このことが、生徒に科学を教える際にも影響し、生徒の学習で物理科学の側面が弱くなる。そして再び、生徒が物理科学を専攻しなくなるという悪循環を生んでいると政府は憂慮している。

### 必修と選択の「科学」と内容

政府は、人々がより科学を専攻するように、16 歳までに生徒が広い領域の科学を履修するように、Double Award (二重資格科学)を導入したが、A レベルの段階でその目論見はうまくいかないことがわかった。政府は、2年前からなぜうまく行かないのかの理由を検討している。その一環で、小学校段階の科学の指導も含めた見直しが行われている。

10 年ほど前までは、すべての生徒は物理、化学、生物を総合したコンバインド科学を 16 歳までの義務教育で履修していたが、それは、選択式にすると女子が生物を男子が物理を取りやすいと思われていたからである。しかし、それはうまくいかなくて(物理の選択者増加につながらなかった)、現在では 14 歳までに共通の科学のコースを履修し、14 歳以降(Key Stage 4)は、職業コースを含めて、多様な生徒に応じて多様なコース選択ができるようになりつつある。したがって、14 歳 (Key Stage 3 終了)でのテストが、すべての生徒が学ぶ共通の科学の最終段階を示すことになる。2006 年には選択の自由度がさらに拡大する。

(14 歳段階で共通の科学の学習を終えようとする内容の程度が制約されるのではないかな?)  
そうだ。だから例えば、14 歳では DNA についてはその構造などは教えないが、細胞がどのように情報を伝えるかとか、単純な遺伝の考え方について 14 歳までに教える。15 歳や 16 歳で

は、タンパク質の生成を含め、より高度な DNA についての学習を行う。

**Key Stage 3** の終わりの 14 歳のナショナルテストでレベル 3 程度にある生徒でも、14 歳からは GCSE のコースにしたがうしかないのは適切でない。職業技術の方面に進む約 20% の生徒にとって、GCSE のコースは適合していないといわれている。この 20% の生徒たちが、技術的な方向に進むとしても、(14 歳以降で) 否定的でなく肯定的に学習できるようにすることが重要だ。

科学は断片的な事実 (facts) に偏って教えられてきたが、16 歳の資格試験で、生徒たちは、例えば人のほとんどすべての骨の名称を覚えたりしたことは、医者や看護婦にならないかぎり必要のない情報である。いかに骨が体を支えたり、筋肉が関節を動かしたりといったしくみを生徒が理解することは重要である。われわれは、科学でできるだけ多くの事実を覚えさせるのではなく、科学がいかに機能するかを理解させるように変えたいと思っている。科学がいかに機能するかは、市民にとって重要なことで、私はそうした事柄に関する 16 歳対象の試験を新たに開発する取り組みに最近かかわった。

科学は市民性(citizenship)であるという人がいるが、科学が現代世界で生きていくのに必要であり、例えば GM (遺伝子組み換え) に関してよいか悪いかを意志決定できるように、ニュースペーパーにしたがったり、それによって利益を得る人の意見を鵜呑みにしたりしないようにしなければならない。

### 生徒に必要とされる「科学」

われわれは、どのような科学が、若い生徒たちが実社会と科学的な諸問題に対処するために必要とされているかを同定したい。

そうした諸問題を取り上げることが、生徒たちの学習への興味や動機を喚起させるということを見いだした。たくさんの事実を学びたいという生徒は少ない。私にとって科学とは何なのか、私にどんな影響を与え、私の人生にどんな影響があり、自分たちの子どもにどう関係するのか、などが大切である。

### 「科学」の授業を変えること

われわれの取り組んでいる課題は、教師たちがそうした文脈で生徒が科学を学習することで、よりよく行動しよりよく学習するようになり、たくさんの事実を教えることに固執して授業をしていると、試験が終われば忘れてしまうと言うようにすることだ。これは大変重要な課題で、必要なことだと、多くの教師は受け入れている。

そうであっても、いざ授業となると、以前のやり方に立ち戻ってしまうので、私たちはそうならないように教師が教え方を変えることをサポートする道を探っている。あなた方が調べていることの一つである“CASE”もそうした道の一つと思う。

教師の教え方を変えると同時に、生徒の学習意識も変える必要がある。生徒も科学でたくさんの事実を覚えないといけないと意識している。生徒が教師から何を学ぶかに関する態度を変えなくてはならない。

ほかにもさまざまなプロジェクトがあり、例えば、すべての教科で創造性をいかに育むかに関するプロジェクトで、科学について私はプレゼンテーションをしたときに、科学教師の反応はとてもよかった。この方法によってよりよく教えることができるし、生徒がよりよく学べると感じたのであろう。それが実際に教室で使われるようにしたい。

これまで触れてこなかったけれども、政府は、リテラシーとニューメラシーを重視する方向で数学と英語と科学の達成を求めている。そのための小学校段階のストラテジーを検討して、実際に学校でコンサルティングして、生徒のリテラシーとニューメラシーを実際に伸ばさせようとするもので、とてもうまくいきつつある。

さらに政府は、**Key Stage 3**の中学校でも、教え方を変えるストラテジーや教授学習を改善するために生徒を相互作用させる方法を数学、英語と科学で用いることを決めた。

来年かそれ以後になれば、(ナショナルテストの結果で、) 教え方と学び方の改善の成果が現れると期待している。**われわれは、スタンダードを向上させることにとても真剣で、カリキュラム内容を変えること、評価手段を変えること、教え方を変えること、に取り組んでいる。**

## 教科書との関わり

教科書については、QCA は直接関与しない。いずれかの教科書を推薦するようなことはないが、教科書の質は、ほとんどの教科書でとてもよい。現在、教科書出版社たちは領域「科学的探究」の扱い、特にコースワークに関する諸課題をどう扱うかで検討を必要としており、QCA との定常的なコミュニケーションの中で、スタッフが教科書出版社の人たちの協議に加わることもある。

## コースワークの意義について

コースワークの質を高めることが、14歳以降の科学を改善するかというと、答は明らかにイエスであり、科学に必要なすべての要素がコースワークを含めることによって可能となる。

日本ではコースワークは無いのか？(回答：日本では資格試験的なコースワークは無いけれども、それに類する学習は最近始めた「総合的な学習」に見られ、生徒が自主的に調査探究した事柄をまとめさせ発表させている。また、よりコースワークに近いものとしては、小学生の多くが夏休み期間に科学の自由研究を行って科学論文を作成し提出している。しかし、筆記試験に特化された入学試験への準備過程で、そうした実際的な科学的探究活動から遠ざかって、そのまま戻ってこないのが実情だ。私は、コースワーク的なものを試験で評価することによって、科学への関心を高められるのではないかと考えている。)



## コースワークは科学への関心を高めるか

イギリスでも試験に合格するための勉強が、生徒たちの科学への関心、実践的な科学への関心を締め出している。ただ、コースワークが、生徒たちの関心を引きつけることに効果的であるかどうかについては注意が必要だ。

16歳のGCSEで、9ないし10の科目について、コースワークを課すことで、生徒はすべての教科でコースワークを3月までに提出しなくてはならず、6月の試験まで大変なプレッシャーを与えている。しかし、コースワークで使われるスキルは、レポートを書いたり、研究したり、など同様なものであるので、1つか2つのプロジェクトですべての教科を含むものであれば、より優れたスキルの評価になるのではという議論がある。教師もコースワークの評価など大変な作業となるので、そうできれば問題を軽減することができる。コースワークはとてもよい学習だと思うが、それをどのように導入するかは、そうした問題性を考慮して生徒に過度に負担にならないよう慎重に検討した方がよい。

## コースワークに関する想定外の状況

資格授与機構側では、科学のGCSEやAレベルの科学のコースワークは、期待された程度には効果を上げていないと考えている。というのは、教師たちが毎年同じ実験をコースワークに取り上げるような学校が80%にもなると言われており、これは想定された状況とはまったく異なっている。

ロンドン大学のある教授は、コースワークはどんなときに価値があるかというディレンマについて述べている。(コースワークの内容にも問題があるとしても本当の)問題は、試験の要件としてコースワークが無ければ、いかにそれがよいものであっても、授業から実験が無くなってしまうということだ。Key Stage 2とKey Stage 3のナショナルテストと同様なことだ。アセスメントの一部であるから、それが授業で扱われる。試験の要件となれば、生徒は、創造的意欲の有無にかかわらず、必ずそれをしなくてはならない。

また、教師は、プラクティカルな学習が同じことの繰り返しであるべきでないとしても、コースワークで生徒がよりよい点を取るためのソリューションを数年のうちに見つけ、それを繰り返すようになる。個人的は、コースワークを試験の要件からはずしてもよいと思う。イギリスの中等学校では、殆ど実験室を持たない初等学校とは異なり、実践的な科学の学習ができるように条件整備されており、もっと教科書以外から科学を学ぶことが強調されるべきなのだ。

筆記試験による実践的な科学の学習成果の評価法の開発において、生徒の興味や価値を反映した評価のやり方が、生徒により興味のある多様な活動を保証することがわかってきた。そこで、コースワークも、生徒により興味のある多様な活動を確保できるようにしなければならないと考えている。

## ナショナルテストにおける「科学的探究」の扱い

ナショナルテストについては、3年前から、実践的な学習を実際に行わなければ解答できないようなテスト問題づくりを手がけてきた。教師たちとともに、どこの学校でもそれを可能とする文脈の問題を作成し、それによって、教師の教え方により影響を与えられるような優れた教授法を反映するように心がけている。

## GCSE におけるコースワークの扱い

GCSE の科学では、コースワークは必修となっている。コースワークは筆記試験以外で試験される実践的な学習であって、試験において、その重要な部分を強化するものだ。資格授与機構の筆記試験では測ることが容易でない研究スキルの測定を重視している。生徒は実践的な学習を、いかに素材を用いるか、科学がいかに行われるかを理解し、いかにプロジェクトレポートを書くかなど、実際に実験をしながらフォーマルにまとめていく学習が、3回とか5回あるうちで、もっとも良かったものを、試験用のコースワークとする。

## ポートフォリオとコースワーク

職業教育の資格試験においては、受験者は彼らがどのように知識やスキルを日常的なコースで用いてきたかを証明する証拠としてポートフォリオを収集しておくことを要求する。学校の中には、すべての教科でこうした評価手法を用いようとするところがあるが、それは必ずしも容易ではない。それぞれの教科は、育成する知識、理解スキル、コースワークなど広い範囲をもっており、それが特にAレベルでは顕著だ。科学では、生徒が数多く実験したりそれについて記述したりするので、実践的なスキルの評価のための証拠として納得のいくポートフォリオを収集するのは大変だ。その点、コースワークは、範囲を狭めて、行動的で実践的な学習の一部分を見ようとするので、教師は資格試験の受験者である生徒によりコースワークを準備させることが容易となる。もっとも、それは、知識や科学を実行するスキルを広い範囲で証明するものとはならない。

## 実験テストとコースワーク

われわれは以前、科学の実験テスト(**practical science examination**)を実施していたが、教師たちは、生徒が正解を得るためにプレッシャーを受けながら行う実験テストでは、生徒の科学での実践的な実行能力を非常に限られた範囲でしか評価できないと感じた。教師たちは、コースワークの方がより広い範囲でそれを評価できると判断した。そして、そうしたものとしてコースワークを導入したのだが、評価結果をより信頼性の高いものにしようとした結果、コースワークで評価する範囲も徐々に狭まってきた。このことが **GCSE** や **GCE** に関して最も心配されることである。今現在、われわれが目指していることは、生徒の授業における学習成果でより広い範囲の実践的な能力を評価するためのこれまでとは異なるやり方を探ることである。どれだけ科学についてわかっているかだけでなく、どの程度科学的に実行できるかをいかに評価で

きるかということだ。

#### コースワークにおける4つのスキルとその扱い

14歳から16歳のほとんどの生徒が行うコースワークを機能させるために、資格授与機構の評価では最も関心ある評価領域として次の4つを設定している。第一は、科学的探究を計画(planning investigation)できるかどうか、第二は、いかに証拠を得るか(obtaining evidence)、第三は、いかに結果を分析するか(analyzing results)、そして第四は、いかに評価するか(evaluating)である。この4つのスキルは長年の協議の末に設定されたもので、原則的にはすばらしいと考えている。

この4つのスキルが実際にどのように表現されるかについて何が起きているかということ、科学的探究の計画を立てていないグループに対して、「これとこれとこれ」と確認してから「さあやみなさい」と指導するので、科学的探究を計画することを理解させるという本質が伝わっていないことがある。同じことが他のスキルについてもありうる。

この4つのスキルが GCSE コースワークの基本となっており、相当の成功を収めてきたが、ここに至りより単純記憶的な学習(rota learning)になりつつある。というのは、教師の中には、まとまった科学的探究をしてスキルを育成することをしないで、単に試験の要求を満たすためのコースワークを指導するものがあるからだ。

#### ナショナルテストにおける4つのスキルの扱い

そこで、われわれが行っている Key Stage 2 と Key Stage 3 のテストでは、これらのスキルをテスト問題に含めようとしている。生徒たちに単に彼ら自身の探究計画を立てさせるのではなく、有名な科学者やさまざまな人々の立てた探究計画の例を示して、そのどこがよいかとか悪いかを問うようにしたり、いかにシステムティックに証拠を得るかを考えさせたりなど、はじめの2つのスキルについてはそれほど難しい問いではないが、あとの2つのスキルについてはより難しい問いとなる。分析をしたり、実験を評価したりすることは、生徒たちはとても苦手である。GCSE レベルにおいても、これら後半2つのスキルはかなり高度である。

#### テストの変化と指導への影響

しかし、こうしたテストの変化が、これらのスキルを授業でいかに教えるかに影響を与えてきている。こうした高度なスキルを試験で意識しなくてもよかった時は、試験で成功することはより容易であっただろう。しかし、状況は変わりつつあることを意識する必要があり、数年後には、これらのスキルに関してあきらかなパフォーマンスの向上を見ることができると思う。

#### システムティックな科学的探究の指導

小学校、及び Key Stage 3 (中学校)の一部では、科学の教師たちは、自分はこれらのスキル

を教えている、たくさんの実践的な学習を指導していると言う。しかし、**システマティック**なやり方では教えていないし、科学的探究を科学の一部としては扱わないのである。物理や化学、生物のように個別の科学として科学のプロセス面も適切に記述することが必要なので、われわれはテストでそれに努めている。条件制御をした実験をいかに適切に説明することなど、**Key Stage 3** から **Key Stage 4** にかけて、科学的探究のプロセスを形式化することが重要なのだ。これまでは生徒に科学的探究を経験させることは強調されてきたが、それをシステマティックなものとはしてこなかった。

### ナショナルテスト問題の性格

ナショナルテストは、**Key Stage 2** と **Key Stage 3** の終わりに、各約 60 万人の生徒全員を対象に実施するが、生徒の学習してきた地域や環境は非常に異なっているので、どの生徒にも差別的にならないようにしなければならない。また、テストしているものが、確かに科学に関するものであって、読解スキルを問うものとならないようにリテラシー（読み書き）の面でも生徒に差別的にならないように気をつけている。

### 筆記試験における「科学的探究」のスキルの位置づけ

ナショナルテストで科学的探究のスキルをテストすることをあまり強調すべきではないと考えている。科学的探究のスキルをテストに含めることで、短期的には教師たちにそれが重要であることを示すことができるが、長期的には筆記試験で測られやすいものと日頃の授業で学習するスキルやプロセスとのバランスを取り戻したいと思っている。これはテストを変えるだけでは実現できず、さらなる努力が必要だが、とりあえず安易な方法として、テストで問うことで科学的探究のスキルが重要であることを示しているのである。

### 年少段階からのスキル学習の積み上げ

アイデアとしては、ある段階はその前の段階の上に設定されるので、例えば **Key Stage 3** は **Key Stage 2** の上に設定され、同様に、**GCSE** は **Key Stage 3** の上に設定されることになる。科学は 14 歳から始まると考える人たちがいて、**GCSE** に向けてさあこれが科学だと教えようとするが、これはまったく間違いで、資格授与機構は **Key Stage 3** までの経験に基づいて **GCSE** を設定しなければならないので、科学的探究の学習(**Sc 1**)やコースワークといったスキルの強調が、**GCSE** に反映されることになるのである。このようにして、5 歳から 18 歳までの科学の学習が進展していく。

### スパイラルカリキュラム

ナショナル・カリキュラムでは内容をスパイラルに配置しているが、教師はこのことを理解し受け入れていたが、2 年前まで生徒がこのことを理解していなかったことがわからなかった。生徒は科学で同じことが何度も繰り返し出てくると感じていた。この国では政府は科学の教育

についてとても気にしているのです。2年前の「全国科学年」に多くの学校が関わるさまざまなプロジェクトを行い、多くの実験機器や材料を学校につき込んで、それを用いるための教師の研修も行った。それらのプロジェクトの1つで、科学博物館(science museum)は、生徒のGCSE科学に対する意識を調べた。数多くの質問項目にオンライン(インターネット)で答えてもらうもので、その中で、生徒がスパイラルカリキュラムによって知識理解が進むということについてわかっていないということがわかった。それまでそのことは強調されてこなかったのに、それが大切であることを認識した。カリキュラムをより効果的にするためには、教師、教育者、保護者がカリキュラムを理解することだけでなく、子どもたちもそれを理解する必要がある。最も大切なはずの学習者たちのことが忘れられていたことはわれわれにとっても重い教訓となり、改善に取り組むことを決めた。

### コースワークの経過

コースワークには長い歴史がある。40年前には科学の大半は知識を学ぶことで、実践的な学習はほとんどなかったが、30年以上前に、科学教師と大学の教師が協力して、いかに科学教育の状況を変えるかについて議論を重ね、実践的な学習と科学がいかに研究されるかの学習に重きを置いたNaffieldの物理、化学、生物のプログラムが開発され、Aレベルの科学に大きな影響を及ぼした。生徒に実際的な科学研究を遂行させることを促進したので、そこでは質の高い実践的な科学が学習コースの一部として行われ評価の対象となった。その後、80年代前半に16歳段階でのコースワークの導入について検討がされることになった。ただし、Naffieldのコースワークは優秀な生徒を背景に科学的探究の4つのスキルを強調する中でもとくに高度な後ろの2つ(AnalyzingとEvaluation)を重視したので、すべての生徒を対象とするモデルとしては普及しなかった。

### 実験テストの経過

80年代の終わり頃、われわれは生徒の実際的な実験スキルに強い関心をもっていた。温度計が読めるか、これとこれができるかなど、チェックシートのようなものを用いて細かくスキルを評価していた期間が数年間あった。それ自身は重要なことだとしてもあまり生徒の科学的探究について多くが得られないことがわかった。何かをしようとして、それがうまくいかないと、すべてを破棄して、まったく新しいことを導入しようとする傾向があるので、それまでの重要な事柄を保持したまま、その上に積み重ねていくようなことにならない。そこで、そうした実験スキルのチェックはまったく行われなくなった。

しかし、教師たちがチェックシートでスキルを評価することを否定するとしても、科学者が実験装置を正確に読みとることは不可欠であるように、実験スキルをテストすることは科学の学習の大切な一部として重要であるので、われわれはいかにすればそれら大切なことがらを正当化して取り込めるかを探し求めている。

## 科学的探究重視の政策の妥当性

われわれが実行してきた事柄の多くは、それがベストかどうかのシステムティックな調査研究（リサーチ）に基づいて判断するよりも、むしろ、実行した後の結果に着目して、それがうまく機能しているかそうでないかを判断している。例えばコースワークの効果をリサーチするには2年とか5年とか10年といった期間が必要となるが、別の調査ではこの3年間にイングランドにおける科学的探究能力(領域1)はずっと高まったという結果が出ていることは、効果を示す証拠だ。かなり多くのリサーチが大学を中心に行われていて、その一部はわれわれの実行していることに直接関係するものである。2000年の約6ヶ月間、**Key Stage 3**のアセスメントをレビューしたときに、研究者を招いて、リサーチからわれわれにどんなことが言えるか、科学のアセスメントを改善するために何をすべきか、など意見を求めたが、彼らは皆、科学のアセスメントをよくするためには、物理や化学、生物の**知識理解を問う問題をより少なくして、科学的探究のスキルを用いる問題をより多く取り入れるべきだ**と述べた。われわれはリサーチからは現れてこない課題に取り組む一方で、行われているリサーチに耳も傾けている。

## 研究と開発

われわれ自身がリサーチをするわけではないが、外部のリサーチを取り入れたり、必要であれば、コミッションリサーチ（委員会式の調査研究）を行ったりすることで、われわれは知りたいことをはっきりさせる方向に向かいつつある。

例えば、ナショナルテストでは、すべての14歳が科学のテストを受けるが、われわれは昨年夏、大学に委員会へ参加してもらい、数千人の答案を調べて、どんな生徒に問題があり、それがなぜなのかを教えるよう依頼した。それによって、レポートを作成し、すべての学校に配布した。生物に関しては「生徒はこの領域に困難を感じているので、この領域の授業について考えましょう」といったように。

## ナショナルテストの経過

科学のナショナルテストはたぶん1994年に始まったが、当初は学習プログラムに盛り込まれた実践的な学習とスキルはテストではなく教師の評価による方がよいとされていたのでテストでは問われなかった。しかし、テストで問うことによって教師が科学的探究スキルを強調した授業を行うことを促進しようとしたのだ。2000年から科学的探究スキルの評価を意識した問題をいくつか導入し、2003年（本年）から本格的に科学的探究スキルの評価のために設定された問題を導入するようになった。そのため、昨年はかなり時間をかけて多くの教師や教師教育者や関係者たちと問題を検討した。

## ナショナルテストの問題作成

GCSE 試験と異なり、ナショナルテストの問題は、数千人の生徒で予備調査を行い、多くの統

計データを検討し、問題に問題点がないか、どのくらい難しいかなどを検討する。約 2 倍の数の作成問題を 2 回の予備調査を経てテスト問題を作成している。ある問題が別の問題の前にあるか後ろにあるかも重大な検討対象となる。Key Stage 2 のテスト (45 分×2 ブックレット) では、生徒はすべて同じ問題を受ける。Key Stage 3 のテスト (1 時間×2 ブックレット) では、生徒のレベルに応じて、用意された低い段階(lower tier)とより高い段階(higher tier)用の 2 種類のいずれかを受けるが、それらの 50%の問題は共通問題である。Key Stage 2 のテストでは、1ブックレット当たり 40 点で、合計 80 点である。Key Stage 3 のテストでは、低い段階のテストは1ブックレット当たり 90 点で、合計 180 点で、高い段階のテストは1ブックレット当たり 75 点で、合計 150 点である。問題は、すべての生徒にアクセシブルなものとなるように、写真や図を重視して、文章に依存しすぎないようにしている。知識への比重を軽くし、科学的探究のスキルやプロセスを問う問題をより取り入れている。テスト結果を基に、授業改善へ向けた教師用の研修教材を作成している。

### ナショナルテストの今後

ナショナルテストを悉皆でなく抽出で行うかどうか実際に議論されているが重要な問題だ。現在のように教師が自分で評価して診断的結果を得ることができるものとするか、評価の客観性を重んじて外部の評価者に評価を委ねるかも重要な問題だ。人を介さずコンピュータを用いて評価しようという動きもある。ナショナルテストも GCSE も、次の 5 年で科学の評価形態は変わるだろう。そのための多くの作業も必要になるだろう。先日も I T を活用した新たなタイプのテストのデモがあった。

## 第 2 回目 (2003 年 9 月 30 日)

### コースワークのモデレーション

現在 QCA が考えていることは、コースワークの実施やモデレーターがどのように機能しているかということである。現在教師が全ての責任をおっている。今までにはやっていなかったことだ。彼らはモデレーターの専門家ではないが、自分が教えているコースワークの採点だけでなく、構内でのモデレーションや他の学校とのモデレーションも行わなくてはいけない。かつて自分が教えていたときもそれをやっていたが、大変責任の重いもので問題を抱えている。どの試験機関に属するかによって異なるが、自分の勤めていた学校について言えば、6 つの学校がグループになっていて、2 ヶ月に 1 度の割合で各校のコースワークを持って集まり、基準をあわせていた。ある試験機関は、年度末のみにコースワークを提出することを要求していたが、その時点で各校の採点基準が違っていた場合には、採点結果が大きすぎてしまうことになる。基準に従って採点することは非常に難しいことで、基準をそろえることは時間のかかる大変なことである。

## コースワークによる評価の大切さ

しかし、わが国のほとんどの理科教師は実技を行った結果が試験に組み込まれていることを良いことだと受け止めている。生徒もまた、その必要性を理解している。実験を考えたり、結果を振り返ったり、それを表現するといった探究活動の全般的な側面は筆記試験では評価できないものである。(NCのスタンダードに即して、採点していくというシステムが、よく機能しているというコメントに対して) 男子に良くあることだが、作品の「見栄え」は良くないが、科学的な中身としては、十分基準を満たしているというような場合がある。丁寧に仕上げることや美しく色分けすることを求められているわけではなく、科学をどのように使っているかできちんと得点が与えられるのだ。女子はじっくりと丁寧に取り組むので、コースワークは女子に有利だという声を聞くが、科学についていえば、理解していることを比較的短い文章で表すことができるので、それほど差はないであろう。英語、歴史、地理といった教科では、大掛かりな研究でかなりの分量を要求されるが、科学のコースワークはある特定の分野に焦点化されたものであるから、30 ページものコースワークが必ずしも良いとは限らないのだ。インターネットから膨大な情報をダウンロードしただけのものであるかもしれないし、教科書からの引用かもしれない。コースワークは一部家庭でもやることができるので、教師は専門性を持ってこれらの作品を評価しなければならない。

## GCSE の POAE システム

POAE は科学的探究のひとつの過程であるから、「これは実際の探究活動の過程ではない。」という批判もある。我々もかつては全ての実験で、この過程を踏まえることを要求していたが、今ではその実験に適した POAE のある特定の部分を取り出して教えることもありえるとしている。ただし、最低 1 単元は POAE 全ての過程を通して行うことにしている。GCSE においては、3 つのコースワークをそれぞれ POAE の 4 つの部分に分割して、各部分の 1 番良い得点を合計することができるようになってきているが、各コースワークの少なくとも 1 つの得点は合計に含めなくてはいけないなど、細かい決まりがある。これによってある特定の分野に偏ることなく学習が進められることになる。

## 小学校からの POAE システム導入の検討

GCSE においてこのような枠組みで学習を進めることについては、この 2~3 年で教師によく理解されてきたと思う。現在私が考えていることはこのような POAE システムによる科学の学習を小学校や、中学校の前半の、もっと早い段階から導入できないかということである。小学校段階でも、多くの実験が行われているのだが、このようなシステムにのっとったものになっているとは限らない。この学習の枠組みが、14 歳の段階で突然導入されているのだ。中学校においても 11 から 13 歳の間はこのようなシステムで学習を進めていないのである。望ましい導入の仕方ではないと思うが、全ての学年を通してこのような学習が推進されるようになることを狙って、ナショナルテストにこのタイプの問題を導入することも考えている。さらにナ



ショナルテストは各 **Key Stage** の終末にしかおこなわれないので、小学校段階や、中学校の前半の段階で年間を通してどのようにしてこのシステムを用いるのかを説明した手引書を刊行する予定である。とくに領域 1「科学的探究」の分野を教師によく理解してもらうことが必要である。数こなすことが必要なわけではなく、いかにして技能と結びつけるかということが大切なのだ。NC（ナショナル・カリキュラム）の **Level** をよく理解してもらうということである。GCSE において C グレードが意味することはわかっているようだが、領域 1「科学的探究」の **Level4** が何を意味しているかについての理解は十分ではない。このことが良く理解されていないから、指導も不十分なのだ。

### NC 導入後の小学校における指導の変化

中学校段階には大きな変化はなかったが、小学校段階についてはかなり大きな変化があった。NC が導入される以前は各学校が独自の方法で教育を行っていた。しかし NC が施行され、ナショナルテストが行われるようになってから、それらは行われなくなった。午前中の授業は算数、英語、それに週 2 時間程度の理科といったように、より計画的なものになった。小学校教師は、授業の創造性を奪うし、子どもが楽しんで学習しないという理由からこれを嫌ったが、教育水準は上がった。あれから 10 年がたつが、現在教師は見直しを始めており、あるときはフォーマルな形の授業を行い、あるときはより自由度の高い授業を行うようになってきている。Ofsted はフォーマルな形で子どもたちが教育されることを望んでいたのだから、教師はそれに従っていたのだ。3～4 年前まではきちんと並べられた机に座って、とてもフォーマルな形で授業が行われていた。それは QCA や Ofsted がそのようにさせたためだ。最近は教師が自信を持って違った方法で、NC が要求する内容を教えることができるようになってきている。NC 以前に行われていたトピック学習のような、より創造的な授業を目指して、教育課程を変える学校も見られるようになった。全てを、同じ方法で行うというのではなく、あるときはフォーマルにまたあるときは自由度の高い授業形態というように、効果的な方法を組み合わせるようになってきたということだ。しかし実績を上げていけば何も問題はないのだが、もしうまくいっていないということになれば、Ofsted はフォーマルに教えることを要求するであろう。それは創造的に教えるというのはとても難しいことであり、教師にかなりの力量が必要になる。フォーマルに教えていたほうが、確実だということだ。特に理科においては、小学校の教師は理科専攻ではないことが多いので、彼らはフォーマルに理科を教えることを好む。もし教師が優秀な科学者であればそのような教え方に縛られる必要はないであろう。先日あなた方が訪問した学校の副校長などは大変科学に造詣が深く、ICT をどのように理科の授業の中で生かしていくかというようなことまで考慮する能力がある人物である。彼の学校は小学校のあるべき姿を示すモデル校である。（日本の総合的な学習の時間について）教科を超えて技能の育成を図るという目標を達成するには優秀な教師が必要である。教科内に焦点化してそれらを行ったほうが安全で、容易であろう。日本の学校では学力差に応じたクラス編成は行われていないだろうから、それはより困難になるであろう。

## 学習の様子記録

基本的には学校に任されているとあってよい。学校に対し法的に要求されるものは、各 **Key stage** の終わり（7 歳、11 歳、14 歳、16 歳、18 歳）に成績についての報告書を作成しなくてはならないことのみである。というのも、教育活動というものは連続的なもので、11 歳から 14 歳までの 3 年間は学校としては成績を把握しておかなければならないが、1 年ごとのテストのために準備するといったものではない。我々は到達度を把握するための資料を提供しているが、単元ごとに到達度を把握するというのが効果的であろう。（これは、NC の記述が、学年ごとではなくて、**Key stage** ごとに記述されているためであろう。）特に中学校段階では、テストばかりやって、有用な情報は少しも得られないという悪い評判もある。自分もやってきたことだが、中学校の科学部門はとてテストが好きで、単元ごとにテストをやって、その成績は数字に置き換えられて蓄積されているわけだが、有用な情報が得られない。教師は学年ごとのテストをつくってくれるように **QCA** に要求してくるが、我々はテストを作成するつもりはない。もっと適切な教育活動に心がけてほしいとっている。テストの成績をいくら蓄積し、保護者会で説明したとしても、それをどのように伸ばしたらよいかという話にならないかぎり、意味がないことだ。**LEA** や **Ofsted** が評価について助言を与えることはあるが、基本的には学校に任されている。**Ofsted** の査察官が理科の授業について調査にきたとしても、生徒の成績を見るよりは、どのように教えているかということのほうに興味があるだろう。生徒個々人の成績は校内の資料として残してあるだろうが、公的に報告するようなものではない。自分の娘も **Key stage 1** のテストを受け、そこそこの成績だったのだが、将来 **Key stage 2** のテストが終わったときに学校は娘がどの **Level** にあるかということはいってこないだろう。学年の終わりにテストを行っているのだから、学校はわかっているはずだが、それについては明らかにしない。自分が微妙な立場にいる（**QCA** で働いているということ）ことはわかっているけれども、親としては **Key stage 2** を半ば終了した娘がどの **Level** に属しているかということは、とても関心のあることだ。しかし保護者会において、よくバランスが取れているとか、どのような援助を与えると良いかという話はしてくれるが、**Level** について話されることはない。どうして話しにくいかということも理解はできるが、いくつかの学校は学期末のレポートで子どもの **Level** を教えてくれるらしいが、ほとんどの学校では教えてくれない。

### Key stage 間での評価基準の共通性

**Key stage** で基準が異なっているのではないかという批判もある。私の娘は 7 歳のときに **Level3** だといわれたが、**Key stage 2** に進んだときに **Level2** だといわれることもありえるのだ。**Level3** のままだといわれるかもしれない。**Level** はゆっくりと上がっていくものだから、各学年の終わりに **Level** を通知することについて学校側はとて慎重である。中学校にいくと **Level** がぜんぜん違っているという意見もある。小学校の採点は甘いというのだ。

現在学校は全国的に生徒の成績だけでなく、どれだけ生徒を伸ばしたか (**Value-added**) という