

日本学術会議
科学と社会委員会
科学力増進分科会
高校理科教育検討小委員会
からの報告

科学力増進分科会・高校理科教育検討小委員会 委員長 須藤靖

「これからの学校教育における天文学」

日本天文学会秋季年会、天文教育フォーラム

2014年9月11日 17:00-19:00@山形大学

高校理科教育検討小委員会委員

須藤 靖 (委員長)	東京大学教授	第三部会員・物理
伊藤 卓 (副委員長)	横浜国立大学名誉教授	化学
縣 秀彦 (幹事)	国立天文台准教授	地学
渡辺 政隆 (幹事)	筑波大学教授	連携会員・生物
大野弘	都立戸山高校校長	化学
小河文雄	渋谷教育学園幕張中高等学校教頭	生物
柴田 徳思	日本アイソトープ協会常務理事	連携会員・物理
西原 寛	東京大学攻教授	連携会員・化学
辻 篤子	朝日新聞社	メディア関係
鳩貝 太郎	首都大学東京客員教授	生物
廣井 禎	元筑波大学附属高等学校副校長	物理
松原 静郎	桐蔭横浜大学教授	化学
宮嶋 敏	埼玉県立深谷第一高等学校教諭	地学
室山 哲也	日本放送協会解説委員	メディア関係

高校理科教育検討小委員会の目的

- 現代社会において必要な科学リテラシーを提供するための高校理科教育のあり方を議論し、今後の学習指導要領の改定にとりいれてもらうための具体的な提言を行う
 - 次期学習指導要領は、2015年度に中教審で議論され、2016年度に改定、2017年度に教科書会社が教科書作成、2020年度から全面実施の予定

高校理科教育に期待するもの

- 科学的知識の欠如によって社会的不利益を被らないための基礎的リテラシーの提供
 - 現代社会に不可欠な科学の役割と意義を伝える
 - 高校卒業以降直接科学を学ぶ機会のなくなる生徒に対して、科学の役割と面白さを伝え、必要に応じて将来学び直せる基礎力を涵養する
- 理工系大学に進学する生徒に対して、その後の専門教育で必要な基礎知識を提供し、科学・技術の発展に貢献できる人材を開拓する

現状の問題点

- 物理、化学、生物、地学の4分野に分断され、選択した分野以外は一生学ぶことがないまま終わる可能性が高い
- 広い意味での科学的思考法を身につけるのではなく、細分化された知識だけを詰め込まされている
- 生徒間の学力分布の広がりのため、現在の教科内容を理解できない層と、それでは物足りない層に2分化している

過去の試行錯誤

- 物化生地の縦割りの弊害は以前より繰り返し指摘されており、それをなくすために基礎理科、理科 I・II、理科総合A・Bといった様々な策が導入されたが、いずれも成功しなかった
 - それらをすべて教えられる教員がいない
 - 大学入試科目としてうまく取り入れられない
 - 決められた時間数の中で取りあげるべき内容を考えると、結局は中途半端なものになりがち
- しかしながら、限られた授業単位数と生徒の多様性を考えると、これをクリアすることが極めて困難であることもまた事実

過去の履修形態の推移

高等学校の理科教育課程の変遷

伊藤卓先生のプレゼンより

学習指導要領	総合科目等	物 理	化 学	生 物	地 学	履修基準
昭和 45 年度	基礎理科 6	I II 3 3	I II 3 3	I II 3 3	I II 3 3	基礎理科またはIの 中から6単位以上
昭和 53 年度	理科 I 4 理科 II 2	4	4	4	4	理科 I のみ必修
平成元年度 1989 < 1994 >	総合理科 4	IA IB II 2 4 2	IA IB II 2 4 2	IA IB II 2 4 2	IA IB II 2 4 2	ア. 総合理科 イ. 物理 IA または IB ウ. 化学 IA または IB エ. 生物 IA または IB オ. 地学 IA または IB の5区分から2区分にわた って2科目4単位140時間 以上を選択履修
平成 11 年度 1999 < 2003 >	理科基礎 2 理科総合A 2 理科総合B 2	I II 3 3	I II 3 3	I II 3 3	I II 3 3	理科基礎*・理科総合A*・ 理科総合B*・物理 I・化学 I・生物 I・地学 I のうちか ら2科目(*の1科目を 含む)

数字は標準単位数； < > 内は運用開始年度

現在の履修形態

	総合科目	物理	化学	生物	地学
平成24年入学生より年次進行で実施	科学と人間生活(2) 理科課題研究(1)	物理基礎(2) 物理(4)	化学基礎(2) 化学(4)	生物基礎(2) 生物(4)	地学基礎(2) 地学(4)

■ 必修科目

- 「科学と人間生活」に加えて、4つの基礎科目からどれか1科目
- 4つの基礎科目から3科目

■ 大学入試センター試験（かなり複雑）

- A 「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」及び「地学基礎」の4科目から2科目
- B 「物理」、「化学」、「生物」及び「地学」の4科目から1科目
- C 「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」及び「地学基礎」の4科目から2科目並びに「物理」、「化学」、「生物」及び「地学」の4科目から1科目
- D 「物理」、「化学」、「生物」及び「地学」の4科目から2科目

高校社会との比較

- **高校社会**は文系と理系を区別していない(日本史基礎、世界史基礎を学んだ後でより進んだ日本史、世界史を履修するわけではない)
- **高校理科**では基礎とその後という2科目に別れているために、文系と理系で事実上履修している科目が異なっている(厳密に言えば、大学入試において課されている科目が異なる)
- **高校理科で教えている内容は難しすぎないか？**
 - 将来それを専門にするごく一部の生徒にとっては有用であろうが、それ以外の生徒にとっては大学入試において選択することを敬遠させるため、結局はその科目から遠ざかる結果を生みだしてはいないか。

日本学術会議 史学委員会 高校歴史教育に関する分科会の提言 (2014年6月13日)

- 世界史or日本史という二者択一あるいは必修化の議論を踏まえて、それらを統合した「歴史基礎」科目を新設し必修とする。その上で、日本史や世界史を選択科目とする
- 世界史が必修であるにもかかわらず、大学入試センター試験では、世界史を選択する受験生は日本史より相当少ない
- 些末な用語が出題される傾向があり、暗記中心から思考力育成型へ転換させるために、教科書で使用する歴史用語の数を制限してはどうか

高校理科の教科書に対する私見

- 「基礎」はいずれもよくできており、社会人が持つべき科学リテラシーを網羅している
- それに続く4科目はいずれもあまりに詰め込みすぎているという印象を強く持つ
 - 自分の専門分野に進む生徒が、高校でここまで学んで来てくれれば大学の講義が楽だ、という大学教員の立場で内容が選ばれているのではないか、という気すらするほど難しい
 - 果たして誰をターゲットとしているのだろうか？

イギリスの科学教育の例

- 義務教育の最終2年間(日本の中3と高1に対応)で学ぶ必修科学として、2006年から開始された21世紀科学のカリキュラム
 - 日本とは異なり、これ以外のカリキュラムも可能
 - また、これに対しては賛否両論が巻き起こり揺り戻しの機運が高まっている
- 以下、香川大学教育学部 笠潤平教授のプレゼンファイルを用いて紹介

イギリスの中等教育

- **Key Stage 3**: 義務教育の第7・8・9学年)
- 日本の小6・中1・中2年齢に相当

- **Key Stage 4**: 義務教育の最終2年間 (第10・11学年)
- 日本の中3・高1年齢に相当
- その終わりにGCSE (General Certificate of Secondary Education) 試験を受ける。(1人あたり9科目程度。)

- **Aレベル(AS・A2)課程**: 大学進学を前提に行われる後期中等教育(大学前教育) 1年目をAS、2年目をA2と呼ぶ。各科目1年目で終わることもできる。
- 日本の高2・高3年齢に相当
- Advancing Physics, Salters Chemistry, Salters Horners Physicsなど

2006年のKey stage 4 (GCSE段階)の「科学」カリキュラム改革

それまで

シングル・アワード科学

ダブル・アワード
(2科目扱い)科学

物理

化学

生物

2006年から

科学的リテラシーのための科学

+

+

学問型の
追加的科学的

応用型の
追加的科学的

物理

化学

生物

科目目
を
らない



Aレベル(AS・A2)課程:物理、化学、生物、その他

地学という科目は存在しない

『21世紀科学-科学』目次

- B1 あなたとあなたの遺伝子
- C1 空気の質
- P1 宇宙の中の地球
- B2 健康を保つ
- C2 材料の選択
- P2 放射と生命
- B3 地上の生命
- C3 食品問題
- P3 放射性物質

『同 追加科学』目次

- B4 恒常性維持
- C4 化学的パターン
- P4 運動を説明する
- B5 成長と発達
- C5 自然環境の化学物質
- P5 電気回路
- B6 脳と心
- C6 化学合成
- P6 放射の波動モデル

P1 The Earth in the Universe

The Solar System – danger!

Attack from Space

Look up into a starry sky. You might see a streak of light dash across the sky. That's a meteor. Most meteors are tiny grains of dust. They shower down from space all the time. There will be quite a few micro-meteorites on your school roof. They have diameters of less than 1 mm.

Only a few ever reach the Earth's surface. The bigger ones that hit the ground are called meteorites. A few times during the Earth's history a massive asteroid or comet has struck.

Barringer crater

The Barringer crater, Arizona, USA. The crater floor is 120 m below the rim. It is the size of 20 football pitches.

There is a huge crater in Arizona, USA. The first scientist to see it thought it was made by a volcano. But in 1902, a mining engineer, Daniel Barringer, suggested another explanation. The crater contains many fragments of iron. He knew meteorites also contained iron. He thought that a 'bullet' impact had made the crater.

Other scientists weren't all so sure at first. They found:

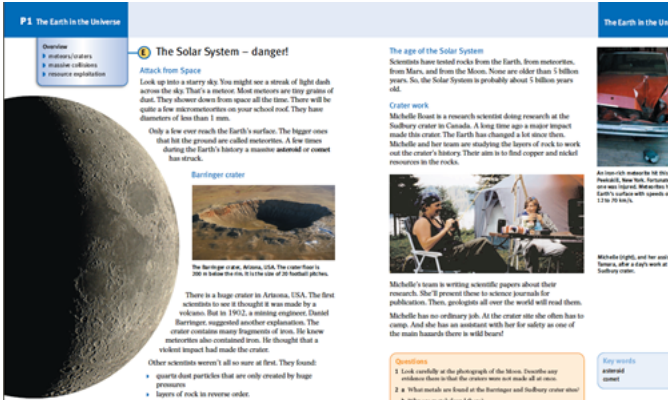
- quartz dust particles that are only created by huge impacts
- layers of rock in reverse order.

Questions

- 1 Look carefully at the photograph of the Barringer crater. Describe any evidence from it that the crater was not made of iron.
- 2 • What metals are found at the Barringer and Sudbury crater sites?
- Why are certain found there?

Key words

asteroid
comet



カリキュラム内容の2つの要素：**科学的な説明と科学**
についての考えを9つのモジュールに振り分ける

「科学的説明」

- 1 化学物質 (C)
- 2 化学変化(C)
- 3 物質とその性質(C)
- 4 生物の相互依存(B)
- 5 生命の化学的サイクル(B)
- 6 生物の基本単位としての細胞(B)
- 7 生命の維持(B)
- 8 遺伝の遺伝子理論(B)
- 9 自然淘汰による進化の理論(B)
- 10 病気の細菌理論(B)
- 11 エネルギー源と利用(P)
- 12 放射(P)
- 13 放射能(P)

14 地球(P/E)

15 太陽系(P/E)

16 宇宙(P/E)

「科学についての考え」

- 1) データとその限界
- 2) 相関性と原因
- 3) 説明を展開する
- 4) 科学のコミュニティ
- 5) リスク
- 6) 科学と技術についての決定を行う

放射線とそのリスクについての問題例

●『21世紀科学-GCSE科学』「モジュールP6 放射性廃棄物」より

問い

③ ILW(中間レベル廃棄物)の処分は、安全かつ永久的なものでなければならない。

a なぜこの2つの基準が重要なのか説明せよ。

b 本文(紹介略)中に5つの処分方法が述べられている。そのうちから2つを選んで、それぞれについて、この2つの基準をどう満たしているか述べなさい。

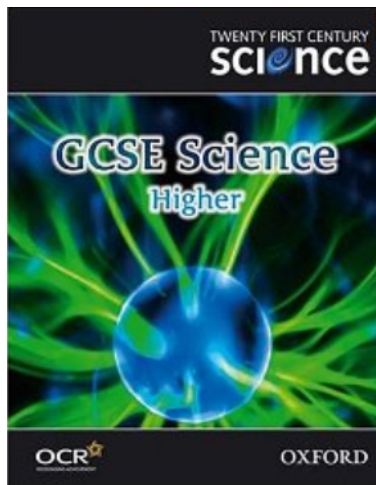
⑤ 永久貯蔵の安全な方法が見つかるまでは、廃棄物は地上に保管されるべきだと言う人々もいる。これは**予防原則**の例である。**どうしてそうなのか説明しなさい。**

小委員会での議論の現状

- 「必修」科学の新設案には賛成と反対に大きく分かれている
 - **賛成**: 現在の知識詰め込み教育の結果、理系に進む学生以外の大多数の国民が科学嫌いとなり、科学を知らなくても恥ずかしくない(私は文系人間ですから)と考えている。この状況は変えるべきである。
 - **反対**: 科学教育のレベルが低下する。優秀な学生は退屈するだけ。高校の理科教員は自分の専門以外は教えられず非現実的。
- **ぜひともより多くの皆さんからのご意見を!**
 - **11月9日サイエンスアゴラ、来年に学術会議シンポ**

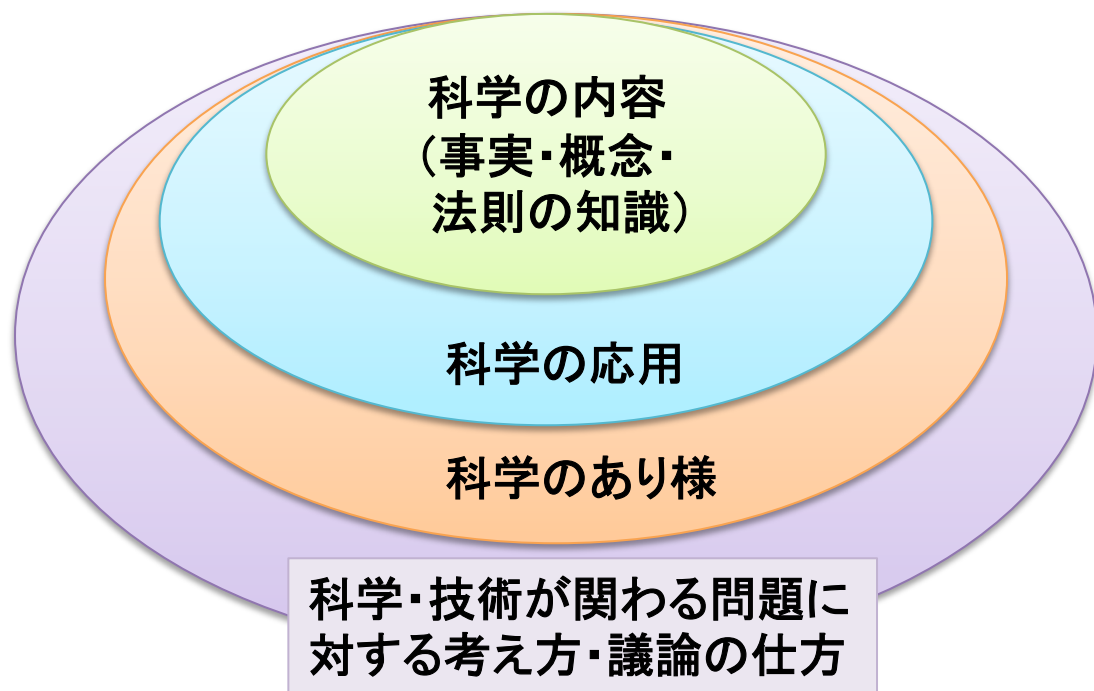
“21st Century Science GCSE Science”

2006年から始まったイギリスの義務教育の最後の2年間の新しいナショナル・カリキュラムの「(必修)科学」部分に合わせた、コースの代表例“21st Century Science”(Oxford 大学出版局, 2006)は、義務教育の科学の第1の目標は「科学的リテラシー」の促進であるとする“Beyond2000”(Miller & Osborne ed., 1998)の勧告にもとづく。



※“GCSE 21st Century Science”シリーズはヨーク大学科学教育グループとナフィールドカリキュラムセンターの共同制作。2011年秋からは第2版が使用されている。本報告は第1版にもとづく。

市民にとって必要な科学の理解の要素として、つぎの4つを教えているのではないか。



1) 科学の内容
(**事実・概念・法則の知識**)

2) 科学の応用

3) 科学のあり様
(科学的知識の性格、**科学
の方法**、科学の進み方、
社会の中での科学のあり
様)
(ideas about science or how
science works その1)

4) 科学・技術が関わる問題に
対する考え方・議論の仕方
(ideas about science or how
science works その2)

これまでの科学教育の典型的な考え

科学の知識 と 科学の方法