

# 小中高の理科カリキュラムを考える会

2014年11月16日(日)

@東京大学弥生キャンパス・弥生講堂

## 「学習指導要領の方向性」

### 前川喜平(文部科学省文部科学審議官)

#### ●現行学習指導要領の成果と課題

ゆとりVS学力、という二項対立の論を文部科学省として発信したことはない。

思考力、判断力、表現力の育成のために、「言語活動」を中核に置いている。  
この考え方は今後とも必要と考えられる。

理数教育は、時数も増えて充実してきた。  
実験観察、レポート作成、論述、実体験を重視。

全国学力調査の結果からは、「底上げ」の傾向が見られる。上位と下位の差が縮まってきた。  
ここまできると、順位でどうこういうのはやめて欲しい。  
結果に一喜一憂することはない。かえって好ましくない。

PISAの結果に一喜一憂することはない。  
3年ではそんなに変わらない。  
今は1位の分野が多いが、次は落ちるだろう。しかし、それは「誤差」の範囲と思われる。

自己肯定感や、興味関心に課題あり。  
理数の授業が楽しい、好きだという子供が少ない。でも、成績はよい。これが日本の傾向。  
主体的に学ぶ意欲、社会とのつながりの意識が希薄。

#### ●今後の改善に向けて

教育再生実行会議

安部内閣、下村教育行政の方向性と言える。

中教審もこの方向性。

#### 第一次提言

いじめ問題と道徳教育

#### 第二次提言

教育委員会と行政の首長の関係について  
首長の権限を強化

#### 第三次提言

グローバル化、グローバル人材  
端的なキャッチフレーズは「世界に勝つ人材」  
しかし、これは、勝ち負けが中心にあるので問題。  
グローバル化でこの点ばかりが強調されるのは問題があるだろう。

#### 第四次提言

高大接続、大学入試について  
基礎レベルと発展レベルの達成度テストばかりが注目されるが、大学ごとの個別試験をどうしていくのかの方が重要。  
達成度テストは、「ふるい」にかけるものであって、それで合否を決めるものではない。だから、年間複数回受験。  
※達成度テストのみで入学選抜をしないということを確認しないとイケない

#### 第五次提言

小中の一貫性  
現状では、小学校と中学校では全く文化が違う。  
これからは、小中の教員と一緒に議論を行うひつようがあるだろう。  
幼稚園について、小1からある内容を下ろして行くということも議論。

#### ※道徳教育について

発達段階に応じて、自分で考える道徳を展開すべき。  
マイケルサンデルのような感じ？  
これは下村大臣も言っていること。全体主義者ではない。  
「規範科学」という分野があるが、これは科学と言えるのか？  
実証できない。  
しかし、ある前提からであれば論理性はある。

#### ●今後の中教審

これまでの流れを変えるわけではない。

学力の3要素をどのように身につけさせていくのかをさらに議論していく。

もうすぐ諮問。これから2年かけて議論していく。

2016年には答申が出る。

2020年に本格実施の予定。このときには、小学校5年生から教科としての英語がスタートしているはず？

大きな方向性は、「何を知っているか」ではなく、「知っていることをどのように使えるか」が中心。

OECDのキーコンピテンシーという考え方は参考になる。

3つのカテゴリー。

- ・自律的に、主体的に行動できる力
- ・道具を相互作用的に使用することができる
- ・異質なグループの中で相互にコミュニケーションが取れる

こういう生徒を育てるために何が必要か、という順番で議論していくことになるだろう。

※OECDのキーコンピテンシーをそのまま取り入れるということではない。

小中の議論に時間を使って、高等学校に関してはそれほど議論することができなかった。今度は高等学校もしっかりと議論する必要がある。

端的に一言で言えば、「アクティブラーニング」をどう取り入れて行くかということ。

「何を教えるか」だけでなく、「どう教えるか」が重要。

これを高校で身につけ、そのまま大学に進んでもらう。

学校が「チーム」として動くことが重要。

一人の「名人芸」で進めていくことは好ましくないだろう。

大学入試改革も大事。

義務教育の学び直し、という観点も重要。

現行の指導要領にも、これははっきり記載されているが、よりはっきりと記載する必要があるだろう。

## 「新しい理科カリキュラムの提言」

### 石浦章一(東京大学大学院教授)

子供の数は減っている。  
どのように科学技術を伝えていくのかが大事。  
大学生は増えている。

国の生産力=人の生産性×労働力人口

人の生産性は、国際社会の中で日本はかなり低い。  
2011年、日本のGDPは6.7%。  
2060年になると、3.2%になると予測されている。  
この危機感から議論が始まった。

人口=出産可能女性数×合計特殊出生率

#### ●理科にまつわる調査

理科は好きですか？  
→小学校で51.6%。国語算数よりも多い。

しかし、理科の勉強は役に立つか、理科は重要か、という質問に対しては他の教科に比べて低い。

抽象的になってわかりにくい、ということだけでなく、身近で役に立つような話題が少ないということもあるだろう。

具体的な案をまとめた。

#### ●新しい21世紀型の人間像

国家存立の基盤となる高度な科学技術知識の保持と高い見識  
安全かつ豊かな国民生活を目標にする。  
国際性と地域特性の考慮  
新しい問題に立ち向かう意欲と想像力

しかし、現実には厳しい。

この課題を解決するには、理科教育が大事。

### ●現状の課題

①知的意欲のある時期に、物理・化学・生物・地学のどれかを学ばないで社会に出ていく危険性。

②高度な知識を教える専門家の不足

③社会とのかかわりや、科学の有用性を解く場面の少なさ

④科学のヒーローがない

※小学校の教科書に「iPS細胞の山中先生」を写真で載せようとしたら検定で意見がついた。iPS細胞は指導要領にない。

だから、「生物の研究をした山中先生」とすべし、という指示。

### ●今後の理科教育

物理—放射線などの社会現象、数学とのつながり

化学—有用性の意義、現代の分析テクノロジー

生物—ヒトを題材に、脳科学・健康・医療・薬学・統計を含める

地学—防災と地球環境、時間スケールの大きい思考の必要性

### ●提言

小学校 2 年からの理科、生活科と併用することで、自然の理解、科学の持つ社会的意義、それらの知識が得られた歴史などを効果的に学ぶ

中学校での理科教育の充実。探求活動、グループワーク、定量思考、抽象概念

### ●学会活動

数学—論理の通った文章を書く訓練の必要性

計—何のために統計が必要かを伝えていく必要。統計検定開始。

問題点の例

リスク評価—統計的知識+社会、宗教 etc...

ex) 遺伝子検査をどう考えるか

### ●いくつかの学会活動と理科教育

生物用語の統一—医学が入っていないのが問題

国際科学オリンピック—大学の教員がボランティアでやっていることが問題

学会で高校生に発表の機会を与える

### ●今日の発表について

総論ではなく、単元別に具体的な議論を。

「これは難しくて、学校の先生が教えられない」は禁句で。

### ●そもそもの問題

学会には規模の大小がある。

でも、大きい学会はなかなか教育内容の議論には顔を出さず、規模の小さい学会からの意見で議論が進む。

バランスとして、これでいいのか。

### ●いくら入試評価法を多様にしても効果なし？

問い:リーダーの選抜

ある課題を与え、初対面の8人からリーダーを選ぶ。

評価者としての専門家は2人いて、8人全ての行動を観察して、リーダーにふさわしい人を選ぶ

→しかし、どんな評価者も予測能力は皆無に等しい

→客観的な評価には筆記試験が最良、というつまらない結論になってしまった。

### ●課題

大学入試

※アクティブラーニングとの関係性は？

理科教員の養成

デジタル教材の是非

教科の枠を超えた「総合型」科目

## 「物理のカリキュラムについて」

### 下田正(大阪大学)

#### ●これまでの流れ

3回にわたって議論  
現状分析  
理想とするカリキュラム  
内容の精選

#### ●科学的な思考の段階的發展

ふしぎだと思うこと  
これが科学の芽です  
よく観察してたしかめ  
そして考えること  
これが科学の茎です  
そうして最後になぞがとける  
これが科学の花です  
朝永振一郎

幼少期に誰もがもつ興味や疑問はどこにいった？

#### ●物理学分野の課題

抽象概念の難しさ  
数学の理解が不可欠  
理想化されたケースを議論し、現実世界との関連がわかりにくい  
公式に当てはめて計算することが、物理学の学習であると錯覚

#### ●主体的学びの喪失

入学試験が学ぶ動機になっていて、  
・断片的知識や解法の暗記  
・理科で学ぶ自然科学の法則は日常生活や社会とは無縁と考える

#### ●伝えなければならないこと

自然の構造や運動の美しさと多様性

それを理解する人間の叡智の素晴らしさ  
宇宙の 138 億年歴史の中での生命の一瞬

※ファインマン

「物質は原子でできている」ということが重要。

### ●新しいカリキュラム

- ①小中高と、スパイラル的に深化させる。
- ②日常生活や社会との関連性
- ③断片的知識や解法の暗記からの脱却

### ●6つの具体策

- ①小学校 2 年から理科を。
- ②日常的に経験しやすいところから始める。音や光など。
- ③中学校では、放射線などの日常生活や社会との関連性をより多く。
- ④中学校での探求活動の充実
- ⑤高校では、科学リテラシーのための内容の精選、社会とのつながり
- ⑥小中高と、数学との関連を意識

### ●制度改革

- ①大学入試改革

基礎的な思考力を評価

探求活動など主体的な学びを評価

※大阪大学でも、定員の 10% くらいを取りたい議論しているところ

- ②高校カリキュラム構成の自由化

### ●物理カリキュラムの構造

小学校 2 年から理科を導入。

光、影など目に見えるもの。

音など、体感できるもの。

3 年生以上は、毎年 105 時間。

5 年生では、中学校から内容を一部下ろす。

6 年生で放射線

中学校は、105 時間から 140 時間に増やす。

探求活動を入れる。

高校は、力学と電磁気学を必修に。  
熱と仕事、波動は選択科目に入れる。

## ●物理現象を理解するための数学

### ●まとめ

小学校 2 年生から。  
実験観察により主体的な学びを。  
スパイラル的な学びの深化。  
日常生活や社会との関連  
断片的な知識や解法の暗記からの脱却

## 「化学のカリキュラムについて」

梶山正明(筑波大学附属駒場中学高等学校)

### ●カリキュラム検討の方向性

・カリキュラムの検討は、ねらいを明確にし、科学的な考察をふまえ、総合的視点から行われるべき

※現場の声、調査・アンケート、大学入試、教員養成など

・今回の提言は、中学・高校・大学の教員9名で検討

### ●化学カリキュラムの問題点

小学校くらいからもう少し化学的な内容をやってもいいのではないか？

中学校のイオンの扱い。何か良いものみたいな印象になってしまう。電子配置まではやらないにしても、もう少しきちんと扱いたい。

中学では原子は扱うが、元素は扱わない。これを何とかできないか。

高校では、暗記からの脱却が必要。また、現代の分析化学に関しての扱いがない。

### ●提言の柱

①小学校低学年から化学変化を導入

②知識の暗記から事象が起こるしくみの理解へ

③実験観察の重視

### ●カリキュラムの中身

「粒子」という表現を「物質」に変えた。

小学校で粒子のことを考えさせすぎているのでは、という指摘もあった。

### ●小学校

小学校2年生

目で見てわかる物質の変化。水溶液、溶けるか溶けないか、pHによる色の変化 etc...

その後はだいたい1年前倒しになっていく。

一部、中学校から小学校に降ろす。

### ●中学校

中学校は、大きく変化はない。

中学校で「原子」を扱っているのに、再び高校で同じようなこと扱う「後戻り感」が嫌だ。

だから、中学校で「元素」を含めてしっかりと扱ってしまう。

イオンに関しても、電子をもらいやすい原子がある、などには触れておきたい。電子配置

までは難しいかも。

### ●高校

電池、電気分解の扱いが軽いという問題→必修2単位でしっかり扱う。

蒸留など、中学校で扱っているものは、高校でもう一度扱わなくても良いのではないか。

化学反応式。

中学校で学んでいるものは高校で学ぶものとほぼ同じ。

高校では物質量の扱いなどに重点を置く方がよいだろう。

選択化学。

機器分析についても扱えるだけ扱うのよい。全部扱うのは無理。

化学変化の進む方向(エンタルピー変化)の扱いがない。扱うべきでは？

### ●「化学」を人生で活用するために

化学の有用性の実感のために「ヒトの化学」の視点を。

## 「生物のカリキュラムについて」

### 大矢禎一

#### ●最先端生物の話

##### ①ヒトクローン細胞の作成

昨年完成。ただし、受精卵を使うので倫理的な問題あり

##### ②ゲノム解読スピードの高速化

昨日までに全ゲノムが決定されているのは、3463種。

10万円、3日でヒトゲノム解読可能。

##### ③脳の透明化

ある試薬で処理すると脳が透明になる。

→神経ネットワークを調べることができる。

●今年に入って、マウスの全身の透明化にも成功(生きた状態ではない)

##### ④絶滅した種の復活

100年以上前に絶滅したクアッガの近縁種であるサバンナシマウマの交配による試み

#### ●2050年の暮らしを支える生命科学に関連する技術

日本科学未来館が作成し公開。

35の技術のうち、半分以上は生命科学に関連。

#### ●21世紀の生命科学に求められること

生命科学の幅広い分野でさらなる挑戦を続ける

若者の教養を底上げ

人間の尊厳

第4期科学技術基本計画

グリーンイノベーション、ライフイノベーション

#### ●現在の生物カリキュラムの問題点

①高校卒業時全員に求められる学習目標が設定されていない。

ヒトに関する知識が足りない。

日常生活との関連が少ない。

持続的、という観点での対応が不十分。

②小中高の発達課題に伴う配慮が十分でない

### ●提言の要点

①小中高を一貫して、ヒトの生物学を。

②生命科学の最新の内容を。

小学校生物

観察と記録の重視

動物の外部形態

種子を運ぶ方法など植物の動的な側面の扱い

花の作りなど、中学校との重複事項は中学校で扱ってもらうようにするものもある。

etc...

### ●中学校生物

藻類、シアノバクテリアの扱い

※バイオエネルギーなどとの関連

生物多様性

探求活動

土壌生物の観察 etc...

### ●高校生物

生物学と人間生活(必修生物の内容に新たに追加)

①衣食住における生物学

小中学校の家庭科の内容を扱う

②健康・医療における生物学

小中学校の保健分野の内容

ゲノムテクノロジー

### ●高校生物での探求活動の例

クロモとオオカナダモの飼育。

→外来生物影響を考察

喫煙率と肺がんによる死亡率との関係  
データから考察させる。

## 「地学のカリキュラムについて」

磯崎行雄(東京大学)

### ●高校地学の履修率の低さ

卒業生の約4分の1のみ。

残りは中学校までの内容で終わってしまう。

これでいいのか？

学ばない理由

- ・受験にない
- ・理科の基礎ではなく応用である
- ・職業に結びつかない
- ・地学の教師がいない

※本来は原因でなく結果だが、それが現場の問題の原因になっている

### ●避けられない天然災害

地震、津波

豪雨、土砂災害

火山噴火

※地震、津波について学んでいたのに生かせなかったということもある。これは考えなければならぬ。

※リテラシーがあれば避けられることもある。広島のとちぎ土砂災害も、売る方も売る方だが、買う方も、買わないという選択ができたかもしれない。

### ●グローバル環境問題

地球温暖化は本当か？

二酸化炭素の排出を減らしていないのに、温暖化は止まっている。なぜ？？

「自分でものを考える力」が重要である。

### ●地学を学ぶ理由

自然現象そのものを止めることは不可能だが、地学知識があれば、最悪の被害からは回避可能。

このようなネガティブな理由だけでなく、「夢を与える」ことが可能であると考え。

●**提言**

物事の関連性、システム論的な視点の学習

※要素還元的な考え方の限界

環境問題や自然災害に関するリテラシー

小中高を通じて、発達段階に応じて再配列

一番言いたいことは、「高校で地学を2単位を必修に」

※物理や化学も地学を学ばなければ意味がない