

# ウガンダ共和国における中等学校理科授業

—— 生徒の視点を中心として ——

小澤大成

(キーワード: ウガンダ共和国, 理科授業, 中等学校)

## 1. はじめに

2000年にセネガルのダカールで開催された世界教育フォーラムの目標にもあるように、途上国において教育の量的拡大と共に質の向上が共通の開発課題となっている。教室における質の高い授業実践のモデルとしては生徒中心型教育の導入がある。サブサハラアフリカの例を基に Chisholm and Leyendecker (2008) が指摘するように、生徒中心型教育は政策として歓迎はされるが、実践現場への配慮が足りないため、教室での実際の授業につながらない。Schweisfurth (2011) の生徒中心型教育に関する研究のレビューにもあるように、教育改革の特性、途上国の学校現場の現実である人的物的資源の不足、文化的障害、駆動力と行為者の関係などの課題がある。Schweisfurth (2011) はこれまでの生徒中心型教育の研究は政策担当者あるいは教師の視点から行われており、実際の受益者である途上国の生徒の視点が欠けていると指摘している。途上国のフィールドワークを中心に教育開発に関する研究をおこなっている澤村も、学校レベルの質的な事例研究を通し、生活者の視点から社会全体を読み解く研究が重要だと指摘している (澤村, 2007)。

本研究では、ウガンダ共和国の中等学校における理科授業を生徒の視点から俯瞰することを試みる。理科を含む理数科教育は日本の教育協力の主要な分野であり、サブサハラアフリカではケニアを中心として現職教員研修を通じた理数科の授業改善を目的としたプロジェクトが数多く実施されており、我が国の教育開発に資すると考えられる。

## 2. ウガンダ共和国の概要と中等学校理科カリキュラム

ウガンダ共和国 (以下ウガンダ) は東～中央アフリカの赤道直下に位置する陸封国である。東部でケニアと、南部でタンザニアと、南西部でルワンダと、西部でコンゴ民主共和国と、北部で南部スーダンとそれぞれ国境を持つ。面積は約24万平方キロ、人口は3364万人 (2012年推定値) である。旧英国植民地であり、1962年に独立、独立以来クーデターが繰り返されたが、現ムセベニ政権が1986年に発足して以来政情は安定していて、2011年にムセベニ大統領は四選されている。2002年の統計によれば、主要民族はガンダ族 (16.9%)、アンコレ族 (9.5%)、ソガ族 (8.4%)、キガ族 (6.9%)、テソ族 (6.4%)、ランゴ族 (6.1%)、アチョリ族 (4.7%)、ギス族 (4.6%)、ルバラ族 (4.2%)、ブンヨロ族 (2.7%)、その他 (29.6%) である (Central Intelligence Agency, 2012)。2011年の1人当たりGDP推測値は、1300米ドル (購買力平価) である。セクターごとのGDPは、農業22%。製造業25.4%、サービス業52.6%、就労者数は農業82%。工業5%、サービス業13%である。ウガンダの教育制度は初等学校7年、中等学校Oレベル4年、Aレベル2年、そして高等教育である。世界銀行のデータバンクによれば、2010年の初等粗就学率は121.1% (男120.3、女122.0)、中等粗就学率は28.1% (男30.4、女25.8) である。

国立カリキュラムセンターから公表されているOレベル対象物理の教授シラバスを例に現行カリキュラムをみる (National Curriculum Development Center, 2008)。教授シラバスの目的の中に「推奨される教授法は、生徒が個人あるいはグループで参加できる実験あるいは経験-探究的アプローチに基づくものである」と生徒中心型の手法が要求されている。物理の教授目的として、

- ①物理を理解し、その重要性を評価する社会の形成
- ②日常的な自然あるいは人工的な現象とその説明を理解する社会の形成
- ③社会に貢献するために新しい方法で科学的に天然資源を利用することのできる個人の育成
- ④物理学の知的進歩のために働く物理学者の効果的チームの育成

の4つがあげられている。評価の方法として、各サブトピックで実施される継続的評価と、最終学年末に国家試験局により実施される試験があり、継続的評価の視点として、以下の知識とコンピテンスが与えられている。

・知識

- ①術語の知識
- ②特定の事実の知識
- ③シラバスにある実験に親しむ
- ④シラバスにある普遍的原理と一般化

・理解力

- ①法則とモデルから標準的な現象を理解し、標準的な実験を記述する能力
- ②さまざまな形式の情報表現を変換する能力
- ③数的問題に対し標準的な方法を使える能力
- ④直線的な実験から結論を導く能力

・応用力および高次の能力

- ①情報の分析能力
- ②分析から考えを導き出す能力
- ③すでに学んだ法則や一般化を新しい状況に応用する能力
- ④仮説を検証しモデルを実証する実験を組む能力
- ⑤科学的手法の結果を評価する能力

・実験能力

- ①知識を実験の状況に応用する能力
- ②器材を操作し実験を実施する能力
- ③正確に観察を記録する能力
- ④データを適切な形式で提示する能力
- ⑤観察から結論を導く能力
- ⑥結論を支持する適切な手法を評価する能力

理科の成績に関しては他の科目と比較して合格者が低い傾向がある。2011年のシニア4修了試験の合格率は、英語(90.9%)、地理(83.4%)、数学(63.9%)、物理(53.9%)、化学(26.6%)、生物(45.3%)と主要科目の中で低い(Uganda National Examination Board, 2012)。

ウガンダの中等理数科に対する日本の教育協力としては、国際協力機構の技術協力プロジェクト「中等理数科強化プロジェクト(SESEMAT)」が実施されている。「中等理数科強化プロジェクト(SESEMAT)」は、教員の質の向上を図るため、現職中等理数科教員を対象とした現職研修を実施することにより教員の資質向上を図るものである。それに加え校長や教育行政官の啓発を通じた支援の強化、現職研修の制度化による環境の底上げを目的としている(国際協力機構, 2008)。当初の3年である2005~2008年の期間はパイロット県で事業を実施し、その成果を踏まえた2008~2012年の事業「中等理数科強化全国展開プロジェクト」により全国展開を図っている。

#### 研究方法

ウガンダの首都であるカンパラ近郊の中等学校において2011年10月に調査を実施した。中等学校の選択についてはチャンボゴ大学の教育研究者がフィールドとして用いている中等学校から3校(A中等学校, B中等学校, C中等学校)を選択した。理科授業を参観した後、授業者および授業に参加した生徒に聞き取り調査を実施した。生徒については授業者が選択した男女をほぼ同数とする7~8人に対しフォーカスグループ形式の聞き取り調査を実施した。

### 3. 観察した理科授業

シニア1~シニア4の理科授業を参観した(表1)。シニア1は日本における中学校2年, シニア5は日本における高等学校3年に相当する。観察した授業はA中等学校において化学(シニア2)と物理(シニア1), B中等学校において物理(シニア2), C中等学校において生物(シニア5)と化学(シニア1)である。表1に

概要を示す。

(1) 化学（シニア2）；A 中等学校

教員経験8年の男性教師による授業。トピックは「塩基の性質」であった。生徒は8人～14人から構成される8つのグループに分かれて着席していた。前時の授業「酸の性質」の復習を行い、酸と反応し青色リトマス試験紙が赤色に、フェノールフタレイン指示薬が無色になるとした。塩基の定義を確認した後、灰の粉と水酸化ナトリウム水溶液を配布した。生徒は灰を水に入れ、漏斗と濾紙を用いて濾過した。この水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を試験管に入れ、リトマス試験紙、フェノールフタレイン指示薬、メチルオレンジを用いて色の変化を確認し、生徒に聞いた結果を板書した。「赤色リトマス試験紙；青、青色リトマス試験紙；変化なし、フェノールフタレイン；紫、メチルオレンジ；黄」と板書でまとめる。胸焼けを起こした際、灰を服用すること、食用油を鹸化することの塩基の日常生活への応用と解説し、指示薬に関する宿題を提示して終了した。

(2) 物理（シニア1）；A 中等学校

教員経験8年の男性教師による授業。トピックは「密度」であった。生徒は120人。密度を定義し、その利用法について復習した後、15グループに分かれ、あらかじめノートに記入させておいた指示に従い実験を実施した。活動1では、木のブロックの3辺を定規により測定し（磨滅した端を原点として測定していた生徒がいた）、体積を計算した後、質量をばねばかりによって測定、教員が代表値を用いて密度を計算。グループごとに異なるデータであったが生徒は板書を写していた。活動2では、金属錘の質量をばねばかりで測定した後、錘をビーカー中の水に沈め水面上昇の大きさを測定、錘の体積を求めた。教師は生徒の測定した代表値を用いて密度を計算した。木、水、金属の密度を表として板書、水の中に木と金属を入れた場合何が起きるかを問い、密度が大きいものが沈み小さいものが浮くことを確認した。砂、ポリ袋、ガラスの密度を問う宿題を与え、授業を終了した。

(3) 物理（シニア2）；B 中等学校

教員経験4年の男性教師による授業。トピックは「膨張」であった。金属の膨張について復習したのち、水の膨張というゴム栓でガラス管を接続した三角フラスコに水を満たした実験装置を示し、ガラス管の水面レベルに印をつけた。そしてガスバーナーでフラスコの底を加熱、ガラス管中の水面が上昇したこと、また加熱を止めると水面が下降することを示した。次に金属球をガスバーナーで加熱、枠に引っかかり、温度が低下すると再び通ることを示す。温度上昇に伴う固体と液体の体積増加度合いの違いと分子構造の関係について言及した。液体の膨張を温度計に応用していることを説明したあと、生徒からの質問に回答した。最後に本時の水の膨張実験について、実験装置のスケッチ・観察内容・解釈、結論の各項目を板書、生徒はノートに記入した。観察内容では「初期段階でガラスが先に膨張することによる水面の低下」など注意して観察させなかった内容が含まれていた。本時の実験に関する宿題を提示して終了した。

(4) 生物（シニア5）；C 中等学校

教員経験3年の男性教師による授業。トピックは「運動」であった。生徒数14人。生物の特徴を生徒に問い、その中から本時のトピックである運動を導入。運動の定義、運動理由、単細胞生物の運動の種類（アメーバ状運動、繊毛運動、鞭毛運動）と代表的な生物について運動のイラストレーションおよび板書を併用して説明し、最後にまとめを行った。生徒は自由に質問することを許され、本時の授業内容と直接関係ない他種間の交配などについても教師は丁寧に答えていた。宿題として白血球のアメーバ状運動を記述するよう指示し、授業を終了した。

(5) 化学（シニア2）；C 中等学校

教員経験1年の男性教師による授業。トピックは「指示薬 塩基と酸」であった。  
「塩基と酸に用いる指示薬」を板書し確認。「酸の性質、酸の調整、酸と塩基の定義、塩基の調整、塩基の性質」を板書し確認。pHスケールの図を板書、酸性、アルカリ性とその強度について説明。酸の例について生徒に質問。酸性酸化物の定義と例を板書、説明。溶質・溶媒の定義を板書、説明。混合物の定義を板書、説明。1分子の塩酸、硫酸、リン酸からいくつの水素イオンが得られるか、板書して説明。硬水の軟水化の方法およびpHを用いた酸塩基の分類に関する演習問題を板書、生徒に解かせる。可溶性の塩と不溶性の塩の例を示し、説明。質問がないか尋ね、授業を終了した。

表1 観察した理科授業の概要

| 授業            | 化学  | 物理  | 物理  | 生物                                      | 化学  |
|---------------|---|---|---|---|---|
| 学校名           | A 中等学校  | A 中等学校  | B 中等学校  | C 中等学校                                  | C 中等学校  |
| 学年            | S2  | S1  | S2  | S5                                      | S1  |
| トピック          | 塩基の性質   | 密度  | 膨張  | 運動                                      | 酸と塩基の指示薬  |
| グループ          | 8~14人×8グループ   | 8人×15グループ   | 無   | 無, 14人                                  | 無, 72人  |
| ワークシート        | 有   | 無   | 無   | 無                                       | 無   |
| 活動            | 灰に水を加え濾過した水溶液と水酸化ナトリウム水溶液について、リトマス試験紙、フェノールフタレイン、メチルオレンジを用いて比較。 | 1. 木のブロックの密度 3辺の長さより体積計算。ばねばかりにより質量測定。密度計算。<br>2. 金属の密度 金属の錘の重量をばねばかりで測定。錘をビーカー中の水に入れ水の増分から体積を求める。密度計算。 | 教員による演示<br>1. 水を入れた三角フラスコをゴム栓で封じ、ガラス管を挿した実験装置を準備。水を熱し、ガラス管中の水位上昇を観察させる。<br>2. 金属球を熱し、枠を通り抜けなくすることを示す。 | 運動の定義<br>運動の目的<br>単細胞生物の3種類の運動<br>を順次説明 | ・酸と塩基の定義、それぞれの性質<br>・pHスケール<br>・酸性酸化物<br>・溶質<br>・溶媒<br>演習問題<br>1. イオン交換樹脂以外に硬水を軟水化する方法<br>2. pHが1, 2, 6, 7, 12, 3の各物質を強塩基, 弱塩基, 弱酸, 強酸に区分せよ<br>・可溶性の塩と不溶性の塩 |
| 生徒からの質問と教員の回答 | 無   | 無   | 有   | 有                                       | 無   |
| まとめ           | 生徒の実験結果を踏まえまとめる。  | 生徒の実験結果を踏まえ代表値を板書   | 「水の膨張実験ではフラスコの膨張に伴い最初に水位が低下、そののちに上昇すること。」「液体は分子距離が長く固体よりも膨張する。」と板書。生徒はノート。                            | 教員によるまとめ                                | 無   |
| 日常生活          | ・灰を服用することによって胸焼けに対処<br>・食用油と合わせることで鹸化                           | 水に金属を入れるあるいは木をいれたらどうなるか。  | 温度計には膨張しやすい液体を用いる   | 無                                       | 無   |
| 宿題            | 1. 指示薬とは何か<br>2. 実験室で用いられる指示薬を列挙せよ                              | 1. 砂の密度<br>2. ポリ袋の密度<br>3. ガラスの密度   | 1. なぜ水の膨張実験で細いガラス管を用いるのか<br>2. なぜ固体より液体が膨張しやすいのか<br>3. 液体が熱したとき膨張することはどう応用するか                         | 白血球のアメーバ的な動きを記述せよ                       | 無   |

#### 4. 各学校における理科授業の実情

今回観察したのは5つの授業のみであったが、生徒に対するフォーカスグループ形式の聞き取り調査により通常実施されている理科授業の実態を明らかにしようと試みた。なお質問項目についてはTIMSS2007の生徒質問

票から選択した。その結果を表2に示す。半分以下の頻度で教師による演示実験あるいは生徒自身による実験が行われていること、生徒自身の実験が実施されている場合小グループ形式をとっていることがわかった。ただし実験に関して生徒自身で計画を立て実施することはどの学校においても行われていないことが判明した。講義形式の授業は時々実施されるということで頻度は少ないようである。内容に関しては、学校によりばらつきはあるものの、「科学的な公式や法則を問題解決に用いること」「理科の学習を日常生活とつなげる」ことが普遍的に実施されていることがわかった。今回観察した授業では生徒が教科書や参考書を授業中に読んでいる場面に出会わなかったが、ほとんどの学校の生徒から授業中に「理科の教科書や参考書を読む」ことが全く実施されていないと回答があったことと整合的である。

表2 生徒対象の聞き取り調査による通常実施されている理科授業の概要

| 理科授業中の活動と頻度                            | A 中等学校<br>シニア2 | A 中等学校<br>シニア1 | B 中等学校<br>シニア2 | C 中等学校<br>シニア5 | C 中等学校<br>シニア2 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 観察を実施し、結果を記述する                         | 時々             | 時々             | 半分             | 半分             | 時々             |
| 教師の演示実験・調査を見る                          | 時々             | 時々             | 半分             | 時々             | 時々             |
| 自分たちで実験・調査の計画を立てる                      | ない             | ない             | ない             | ない             | ない             |
| 自分たちで実験・調査を実施する                        | 時々             | 時々             | ない             | 時々             | 時々             |
| 実験・調査時小グループで実施する                       | 時々             | 時々             | ない             | 半分             | 時々             |
| 理科の教科書や参考書を読む                          | ない             | ない             | ない             | ほぼ毎回           | ない             |
| 科学的事実・原理を記憶する                          | ない             | ない             | 時々             | 時々             | ほぼ毎回           |
| 科学的な公式や法則を問題解決に用いる                     | 時々             | ほぼ毎回           | ほぼ毎回           | 半分             | ほぼ毎回           |
| 自分たちの勉強したことを説明する                       | 時々             | ほぼ毎回           | ない             | ほぼ毎回           | ほぼ毎回           |
| 理科の学習を日常生活とつなげる                        | ほぼ毎回           | ほぼ毎回           | 時々             | 半分             | ほぼ毎回           |
| 講義形式の授業を聞く                             | 時々             | 時々             | 時々             | 時々             | 時々             |
| 頻度は「毎回あるいはほぼ毎回」「およそ半分」「時々」「ない」の4つから選択。 |                |                |                |                |                |

## 5. 中等学校生徒にとっての理科授業

### (1) 理科授業に対する考え方

今回インタビューを実施した3校5学級のどのグループも、理科授業を重要かつ好意的に捉えている。理科授業の重要性について共通する要素は、「日常生活への関連」「将来の職業との関連」であり、どのグループもこの2つの要素に言及している。将来の職業としては医師、エンジニア、薬剤師、看護師などがあげられていて、「理科を学んだ生徒は市場価値がある」(C 中等学校シニア5)「理科ができる学生は社会から尊敬される」(B 中等学校シニア2)と、社会との自分との関連性の中で理科の重要性を捉えている。また「科学の発展は国の開発につながる」「新材料を発見できる」と理科を学ぶことを通じて社会に貢献したいという視点も見られた。「生命やテクノロジーを学びたい」(A 中等学校シニア2)「世界は常に変化していて新発見がある」(C 中等学校シニア1)と知的な興味から重要性を認識している生徒は比較的少なかった。理科が好きな理由としては、重要だと考えた理由と同様に「日常生活」や「将来の職業」との関連がみられたが、「実験がマジックみたい」「自然界にいろいろ知りたいことがある」「鉋物や鉋床に興味」(C 中等学校シニア1)「内容が科学的事実(組織学、遺伝学、生殖)と関連していて面白い」(C 中等学校シニア4)「学習して楽しい」(B 中等学校シニア2)など知的な興味関心に関連したコメントも多く見られた。ただ「公式を知っていれば答えが得られるので好き」(B 中等学校シニア2)と、一部に答えがすぐに見つかると考えている生徒もいることがわかった。

### (2) 理科授業の課題と理想的な理科授業

理科授業の課題としては「化学や生物の術語が難しい」「物理と生物の概念理解が難しい」「実験が足りない」などの内容に関する課題、「実験装置などの図を描くことが難しい」という技術的な課題、「実験室の設備不足」

という環境面の課題，そして「教師の声が小さい」「説明が不明瞭」「全員の理解度を確認しない」などの教授法に関する課題を生徒は指摘している。

インタビュー結果からうかがえる生徒の希望は、「概念を理解し，自分のものとして定着させたい」ことであり，それがかなえられるような授業を望んでいた（表3）。「勉強をするために学校に来ているのだから，もっと理解して覚えたい」（B 中等学校シニア2）という発言から，授業を通じて知識を得ていくのだという強い意志が感じられる。方法論としては，以下に示すような授業実践を取り入れてほしいと考えている。

#### ①実験，観察，フィールドワークに基づく授業

実験，観察，フィールドワークを通じ，生徒自ら（可能なら個人個人で）が実際のものに触れることで，知識の詰め込みでない概念形成が可能だと捉えている。現状の実験・観察・フィールドワークなどは量的に不十分と考えている。例として「リトマス試験紙，フェノールフタレイン，メチルオレンジなどを1回も実際に見たことがないまま，酸や塩基との反応により色が変わることを習っている」（C 中等学校シニア1）「化学では術語をたくさん暗記するが実験を全くしない」（A 中等学校シニア1）という指摘があった。教員がイラストレーションを活用して説明した生物の授業に対しても，「可能なら実際の標本やビデオクリップなどをみてアメーバ運動などを見たい」（C 中等学校シニア4）という発言があるように，実物に基づいた理解を望んでいる。

#### ②個々の生徒の理解を確認し明確に説明する授業

「授業中にわからないこともあるが，ただしここが弱いところなのだが，全員がわかっていないわけではないので，わかりましたかと聞かれると一部がわかりましたと答え，授業が進行してしまう。」（B 中等学校シニア2）の発言にあるように，生徒は教師に対し個々の生徒の理解度を確認しながら授業を進行させてほしいと考えている。また「理解を確認するためにトピックごとの試験をしてほしい」「授業の中で演習問題をやってほしい」（C 中等学校シニア1）など理解度を確認するために継続的評価をきちんとしてほしいという提案もあった。そして達成度を踏まえ，生物や化学の理解が難しい術語，化学や物理の理解が困難な概念をわかるまで指導してほしいと希望している。

#### ③教科書・参考書などを見る機会が与えられる授業

授業中は教員の板書をノートに写すことを通じ知識の定着を図っているが，教科書や他の参考書を読むことで，教員の説明に誤りがある場合や内容が難解な場合に対応したいと考えている。

#### ④他の生徒と協働する授業

「グループで議論をして互いの知識を補いたい。落ちこぼれの生徒には注意が払われないのでグループ学習により助け合える」と教員の説明を聞くだけでなく生徒同士の交流を通じてより確かな理解を目指したいと考えている。

## 6. 理科授業に関する教員の認識

### (1) 生徒が希望していると考えられる理科授業

生徒の希望として「内容の深い理解」をまず捉え，理解の結果として「日常生活への応用」や「身の回りの世界の理解」を望んでいると考えている。また手法としては「実験や活動に基づく授業」を望んでいるとし，生徒に課題を与え生徒自身が実施し自ら概念を発見することで生徒のやる気も高まり，理解の深まりそして成績につながると捉えている。また「できるだけ数式を少なくする」「一度に学ぶコンセプトを少なくする」など生徒の実力にあった授業を望んでいると考えている。（表4）。

### (2) 理想とする理科授業と現状の課題

教師の望んでいる理科授業は，「実験・活動に基づく授業」「生徒の将来のキャリアにつながる授業」「日常生活に応用できる授業」「環境との相互作用を理解できる知識・技術を学ぶ授業」であり，基本的な要素は生徒が希望していると考えている授業と同様である。生徒のやる気を増すため「理科を好きにさせる」ことが大切と考え，「知っていることから知らないことへと展開する」「イラストレーションや実験の多様化によりイメージをつかませる」教授法をもちいることで理解を深め定着を図ろうとしている。そのために「良い教科書」や「リソースが十分な実験室」が必要と考えている。ただし「実験・理論とも生徒の将来に必要」「シラバスの内容をおさえることと演習実験とのバランスが重要」と理論面とのバランスのとれた教授も大切だと考えている。

理科授業実施の課題としては器材不足，大規模学級，生徒の基礎学力，カリキュラムと試験のかい離を指摘している。個人個人の実験が生徒の理解のために望ましいと考えていても器材不足や大規模な学級であるために実

表3 中等学校生徒の理科授業に対する認識

| 中等学校名      | A 中等学校   | A 中等学校  | B 中等学校  | C 中等学校   | C 中等学校  |
|------------|--|---|---|--|---|
| 学 年        | S2   | S1  | S2  | S5   | S1  |
| 理想とする理科授業  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験をして発見する授業</li> <li>・理論と実験の両方を含む授業</li> <li>・日常生活に関連した内容</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験をする授業</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・個人で実験を行えばもっと概念を理解できる</li> <li>・フィールドワーク(エコシステムや工場見学)などを取り入れる</li> <li>・実験を増やす(化学)</li> <li>・実験することにより知識の詰め込みでない概念理解が可能</li> <li>・勉強するために来ているのだからもっと理解して覚えたい。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>教師と生徒の貢献が半分づつの授業</li> <li>・議論をする授業</li> <li>・トピックによって可能ならば実験がある授業</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験がある授業</li> <li>・教員が理論を明瞭に説明</li> <li>・授業中に教員の説明を比較するため教科書や参考書を読みたい</li> <li>・授業の中で演習問題をやる</li> </ul>                                      |
| 理科授業の課題    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・生物のラテン語の述語が難しい</li> <li>・実験装置などの図を描くことが難しい</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・化学の術語が難しい。もっと説明してほしい。</li> <li>・生物の術語、発音とスペリングが難しい。もっと説明してほしい。</li> <li>・物理と化学、概念の理解が難しい</li> <li>・化学では術語をたくさん暗記するが実験を全くしない。</li> <li>・教師の声が小さく、聞こえない。</li> <li>・実験室を改善してほしい</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験室の設備不足</li> <li>・説明が明瞭でない教員がいる</li> <li>・全員が理解しているかきちんと確認しないまま授業が進行する</li> <li>・教員の数が少なく、わからないところを聞けない</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・可能ならもっと実験をしたり実際の標本(本時でいえばアメーバ運動など)が見たい。ビデオクリップでも可。科学者になりたいので観察事実に基づき概念を学びたい。</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・もっと実験が見たい</li> <li>・グループで議論をして、互いの知識を補いたい。落ちこぼれの生徒には注意が払われない。グループ学習で助け合える。</li> <li>・理解を確認するためトピックごとにテストが必要</li> </ul>                      |
| 理科の重要性     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活で使う</li> <li>・多くの仕事が理科と関連(エンジニア, 医師)</li> <li>・生命のことを深く学べる</li> <li>・テクノロジーを深く学べる</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活と関連している</li> <li>・将来希望する仕事(医師)と関連</li> <li>・理科が必要な職業がある</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・近代的生活に必要なテクノロジーを学べる</li> <li>・日常生活と関連している</li> <li>・将来の職業(エンジニア, 医師, 看護師)と関連</li> <li>・理科ができる社会に尊敬される</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・学んだ生徒は市場価値がある</li> <li>・日常生活と関連している</li> <li>・科学的な事実を学ぶことができる</li> <li>・科学の発展は国の開発につながる</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・将来の基礎となる</li> <li>・世界は常に変わっていて新発見がある</li> <li>・日常生活と関連している</li> <li>・新材料を発見できる</li> <li>・日常生活に応用できる可能性がある</li> </ul>                        |
| 理科が好きな理由   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活で見ているものについて深く学べる。</li> <li>・日常生活に応用できる。</li> </ul>   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活や将来の職業と関連していて重要</li> <li>・公式を知っていれば答えが得られる</li> <li>・学習していて楽しい</li> <li>・計算することも楽しい</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・内容(組織学, 遺伝学, 生殖)が科学的事実と関連していて面白い</li> <li>・実験が面白い</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新発見がある</li> <li>・日常生活に応用できる</li> <li>・実験がマジックみたい</li> <li>・将来の職業(医者, 薬剤師)とつながっている</li> <li>・自然界にいろいろ知りたいことがある</li> <li>・鉱物・鉱床に興味</li> </ul> |
| 家庭内で英語を話すか |  | 8人とも話さない  | 8人中1人が話す  | 7人中3人が話すが, 3人もいつも英語で会話するわけではなく, 75%は母語。  | 8人とも話さない  |
| 初等学校の理科教育  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験や計算あまりなかった。観察は時々。</li> <li>・初等学校の理科教育は日常生活と連関, 中等では理論が増えた。</li> <li>・内容が中等と連関していて役に立っている。</li> </ul>  |   | 中等で学ぶ基礎となっている。   | 中等で学ぶ基礎となっている。  |
| その他        |  |   | 女子学生も同様に熱心。   |  |   |

表4 教師による理科授業の認識

| 中等学校名              | A 中等学校  | A 中等学校  | B 中等学校   | C 中等学校  | C 中等学校   |
|--------------------|---|---|--|---|--|
| 性別                 | 男性  | 男性  | 男性   | 男性  | 男性   |
| 担当科目               | 化学  | 物理  | 物理   | 生物  | S1   |
| 学歴                 | 教員養成校   | 教員養成校   | 大学・教育学部  | 大学・理学部  | 大学・理学部   |
| 専攻                 | 生物・化学   | 数学・物理   | 数学・物理  | 生物  | 生物・化学  |
| 経験年数               | 8年  | 9年  | 4年   | 3年  | 1年   |
| 教師から見た良い理科授業       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験に基づいた授業</li> <li>・生徒が参加する授業、教師のガイドの元、実験を自分たちで実施する。</li> <li>・将来のキャリア（教員、医師、エンジニア）に理科が必要。コンセプトを理解させ、応用させる授業により、キャリアに結び付ける。</li> <li>・理科を好きにさせる授業。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活に応用できること、環境との相互作用を理解する技術や知識を生徒が学ぶ授業。</li> <li>・実験・理論とも生徒の将来に必要、両方を織り込み、両面から評価する授業。</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・活動あるいは実験を含む授業。</li> <li>・生徒とのインタラクティブがある授業。</li> <li>・生徒の知っていることから知らないことへ展開する授業。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験、イラストレーションが多い授業。それにより生徒はイメージをつかみ定着できる。</li> <li>・試験問題の大多数は内容を問う問題で、内容の理解が重要。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・リソースが十分な実験室での授業。</li> <li>・良い教科書を用いた授業。</li> <li>・シラバスのカバーと演習実験のバランスのとれた授業。</li> </ul>   |
| 生徒の希望する理科授業        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンセプトをよく理解し、日常生活に応用できる授業。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験のある授業。生徒に課題を与え発見させる授業。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・一度に学ぶコンセプトを少ない授業</li> <li>・数学の式をできるだけ少なく単純にした授業</li> <li>・実験を含む授業。実験なしでは講義を聞かない。いつも演習実験をしている。</li> <li>・身の回りの世界のことを理解する授業。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・活動ベースの授業。自分でやり発見することでやる気、成績も上がる。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・内容を深く理解できる授業。</li> </ul>   |
| 理科授業実施の課題          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・個人個人の実験が望ましいが、器材不足</li> <li>・1学級の人数が多いためグループで実験。</li> <li>・人数が多く、個人個人を見るのが難しい</li> <li>・やる気のあるのは少数派、多数は教師がいないと勉強しない。</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒にとって中等の物理は難しい科目、実験は楽しむが理論になると集中できない。</li> <li>・準備が必要だが大変</li> <li>・1学級の人数が多く、生徒個々の能力差を考慮するのが難しい。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・物理では数式を避けることはできない。</li> <li>・初等学校時代の教授あるいは学習が不足し、基礎知識が足りない生徒がいる。</li> <li>・授業内容が多すぎて理解が難しい</li> <li>・教育省のカリキュラムとUNEBの試験内容に大きなギャップがあり、時々丸暗記が必要</li> <li>・1週間5日間で40分授業を26回授業、授業準備、宿題の採点に支障。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・マテリアル不足、学校管理職に要求しても供給されない。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・リソース不足</li> <li>・良い教科書</li> </ul>  |
| 保護者の期待             |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・求人市場を考慮し、理科の学習を希望</li> <li>・試験での良い成績</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・子どもに理解させること</li> <li>・試験での成績</li> <li>・好奇心には着目していない。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・理科が難しいと考えていて、授業自体には興味なし。ただしアクティビティ中心の授業が好き。</li> <li>・成績への要求大きい。</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・成績が重要</li> </ul>   |
| 自分にとっての初中等理科授業の有用性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活に役立つ。</li> <li>・自分のキャリアにも役立った。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・小中学校の理科は日常生活への応用の観点から重要。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・世界がどう動いているかを理解するために重要。もし科学を知らなかったら全てが魔術。</li> <li>・好奇心が増え、論理的思考ができるようになる。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・中等学校での学習（S1～2）が特に役立つ。将来の基礎となる。</li> <li>・社会（日常生活）の問題解決。</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常生活で起こっていることの背景がわかる。応用性と背景知識。</li> <li>・初等・中等の理科授業の応用が日常で起こっていて、基礎を学ぶことができる。</li> </ul>                                       |
| その他                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒それぞれが自分の教科書を持っているわけがないため、教科書は参考書として使用。</li> <li>・良い生徒は都会の学校に行く。</li> <li>・男女の授業への参加は同程度、女子の成績が良い。</li> </ul>  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・SESEMATは有用だが、SESEMAT授業は要求が高く、毎回演習実験が必要で、研修で紹介されるモデル授業を毎回実施することは不可能。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・本時の授業はSESEMATの手法を応用した。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・SESEMAT参加は義務。</li> <li>・リソースや生徒の能力が異なる全ての学校に適用可能なわけではなく、考えている研究者が現実を理解していない。</li> <li>・シラバスのカバーと衝突。学校の状況に合わせて調整すべき。</li> </ul> |

行できず、グループごとの実験や演示実験を実施しているということであった。教科書も不足して生徒は自分の教科書を保持していないため授業で教科書を用いることができないこと、また大規模学級のため各個人の達成度を把握することが難しいこと、一部の生徒に基礎学力不足がみられること、教育省のカリキュラムは実験を行うことを推奨しているが、試験の内容は暗記を強いるものが多いことが指摘された。

### (3) 保護者の期待

求人市場を考慮し生徒に理科を学習することを希望し、試験での高い成績を期待しているが、授業自体の内容や学習過程に関しては興味をもっていないと捉えている。ただし実験中心の授業は好まれている。

### (4) 初中等時代の理科授業

理科教員たちは初中等時代から理科を肯定的に捉え、理論・実験とも好ましく考えていた。そして有用性として初中等での理科学習が基礎となり「日常生活への応用」「身の回りの世界の理解」が可能になるとしている。

### (5) その他

理科教員たちは JICA の技術協力プロジェクトで導入された現職研修である SESEMAT に義務として参加していて、その内容を好意的に捉え、そこで学んだ手法や教材を授業にも応用していた。ただし本研究の対象校のようなトップレベルでない中等学校においては学校における資源や生徒の能力を考慮すると SESEMAT で要求される授業を全面的に導入することは不可能と感じていて、学校の状況に応じた改変が必要と指摘している。

## 7. おわりに

生徒および教師からのインタビュー結果から、双方とも理想的な理科授業として「実験・活動に基づく授業」「日常生活に関連した授業」を考えていて、その授業を通じてより深く内容を理解したい・させたいと考えている。また理科授業の重要性として双方とも「生徒の将来の職業との関連」「日常生活・身の回りの世界への応用」をあげている。生徒側からより頻度の高い学習評価の要望が出るなど、生徒の「もっと理解して覚えたい」という希望は強いものがある。資源不足、大規模学級、カリキュラムの量の多さ等に影響され、教員の実験実施回数に限界があり、また生徒個人の達成度把握が十分になされているとはいえないものの、両者の授業観・科学教育観はほぼ一致している。この観点は国のカリキュラムに示されている4つの目標のうち、①科学を理解し、その重要性を評価する社会の形成②日常的な自然あるいは人工的な現象とその説明を理解する社会の形成③社会に貢献するために新しい方法で科学的に天然資源を利用することのできる個人の育成④科学の知的進歩のために働く科学者の効果的チームの育成のうち、①～③の項目に対応している。すなわち理科の学習の目的として自然を理解することをめざす科学者になる・科学者を育成することよりも、科学的知識が社会の発展のために不可欠であるという考えに基づくと考えられる。すなわち理科の理解は既存の科学知識を理解し覚え、現実の世界に応用していくためと捉えている。「理科は公式を知っていれば答えが得られる」という生徒の理科に関する考えに代表されるように確立した科学的な知識があり、それをより確かに覚えるために実験を実施するという考え方が教師・生徒の根底にうかがえる。つまり授業における実験の意味は、それを通じて科学的な思考過程を身に着けるというよりも、習得すべき科学的事実を可視化することにあると考えられる。今回観察した授業や理科授業の実態の中で明らかになったように、生徒自身で実験の計画を行わず、教師の指示に従い、個々の手順の意味を把握しないまま実施されている。ただし知識の習得を評価の中心に据える試験制度がある限り現在の理科教育の在り方は安定的であると考えられる。「実験に基づく授業」が奨励されても、科学者の育成につながるような教育が行われるには時間がかかることが推測される。

ウガンダの中等学校生徒は理科の学習の意味として上述のように「生徒の将来の職業との関連」「日常生活・身の回りの世界への応用」をあげている。一方 PISA の2006年調査にあるように、日本の生徒は OECD 平均より優れた成績を出しているものの、理科の学習の意味として学校卒業後の日常生活や将来の職業において理科を活用していくという理科学習に対する有益性・応用性に関しては OECD 平均より低い認識を持っている (OECD, 2007) のと対照的である。この要因としては、ウガンダでは中等教育の拡張が始まっているとはいえ進学率は依然として低く生徒は比較的学力に恵まれた層に属していること、下條ほか(2002)が指摘するように、途上国では理科の学習が「豊かさ」と直結していることがあげられる。ウガンダの経済が発展し産業構造が変化することはまだまだ時間がかかるにしても、今後の中等教育の拡張にともない中等教育の就学率が増加することにより生徒の質が変化し、理科教育の意味が変容することが考えられる。今後の継続的な研究が望まれる。

## 謝辞

本研究の実施には日本学術振興会の科学研究費（課題番号22252006，研究代表者：澤村信英）を使用した。また現地調査においては Kyambogo 大学の J. S. Maani 上級講師，S. Ndawula 上級講師にお世話になった。記して謝意を表す。

## 文献

Central Intelligence Agency (2012) World Factbook

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/2012>

Chisholm L., Leyendecker, R. (2008) “Curriculum reform in post-1990s sub-Saharan Africa” *International Journal of Educational Development*, 28, 195–205

国際協力機構 (2008) ウガンダ共和国中等理数科強化プロジェクト終了時評価調査報告書

National Curriculum Development Center (2008) *Physics Teaching Syllabus Uganda Certificate of Education Senior 1–4*. 15p

OECD (2007) *PISA2006 Science competencies for tomorrow’s world*.

澤村信英 (2007) 教育開発研究における質的調査法 — フィールドワークを通じた現実への接近 — *国際教育協力論集*, 10, 25–39

Schweisfurth, M. (2011) *Learner-centered education in developing country contexts: From solution to problem?* *International Journal of Educational Development*, 31, 425–432

下條隆嗣, 岸重光, 石井雅幸 (2002) 科学論とカリキュラム構成 日本理科教育学会編「これからの理科授業実践への提案」92–05

Uganda National Examination Board (2012)

<http://www.uneb.ac.ug/index.php?link=Performance&&Key=UCE&&Code=O>

# **Science lessons of secondary schools in Uganda**

— From the students' point of view —

OZAWA Hiroaki

Based on observation of five science lessons in secondary schools, focused group interviews students, and interviews of teachers, their perspective of science lessons was examined. Students consider science lessons are very important for their future carrier and daily life. They want to understand science concept better through experiments. They also think continuous assessment helps to improve their understanding. Science teachers basically have same visions but they cannot implement their ideal lessons because of school environment.