

デジタルの特性を活かした CBT の試作と検討

42225002 石塚 一輝

1. はじめに

1.1 富山県総合教育センターでの学び

富山県総合教育センター科学情報部の調査研究事業では1人1台端末を活用するポイントと効果について議論した。活用場面は「一斉学習」「個別学習」「協働学習」の3つの場面に目を向け話し合われた。生徒がICTを1人1人使う「個別学習」や「協働学習」でどのような使い方ができるかは興味深いテーマだった。調査校では協働学習の場面においてGoogle ジャムボードの共同編集機能を用い、空間を超えた学び合いを実現していた。また、数学の授業ではGeoGebra というソフトウェアを用いて生徒に二次関数のグラフを画面上で自由に作成させる授業もあった。紙では難しいことでもICTを使えば実現できる可能性があることに魅力を感じ、大学院の研究でもデジタルの特性の可能性を見出したいと思うきっかけになった。

1.2 研究の背景

情報通信技術(Information and Communication Technology; ICT)が急速に発展している現代において、ICTは今や「当たり前」の存在として生活になじんできている。学校現場では、文部科学省が掲げたGIGA(Global and Innovation Gateway for All)スクール構想により、1人1台端末と高速大容量の通信ネットワーク環境の整備の取り組みが現在も進められている。そして近年、テストにおいても従来の筆記型テスト(Paper Based Testing; PBT)に代わるコンピュータ型のテスト(Computer Based Testing; CBT)が注目を集めている。

CBTに興味を持った背景には、国立教育政策研究所の安野総括研究官らが取り組んだ「高大接続に資する多面的評価のためのタブレット端末を用いたCBTの総合的研究」の会議に参加したことも大きい。そこではCBT問題事例を作成する上での留意点や、その問題を通じて何を評価したいのかなど、多角的な視点から議論を聞くことができた。

そこで、CBTによる問題を学校現場の子ども達が解いたとき、どのようなリアクションがあり、従来のPBTと比較してどのような違いが見られるかを明らかにしたいと考えた。高等学校理科化学分野においてデジタルの特性を活か

したCBTを試作するとともに、その効果を検証することを目的とし、研究を進めた。

2. CBTについて

2.1 国際調査と国内調査のCBTへの移行

I 国際調査

OECDが実施する生徒の学習到達度調査(PISA)では2015年からCBT調査に全面移行している。また国際教育到達度評価学会(IEA)が実施する国際数学・理解教育動向調査(TIMSS)では2019年調査より、従来のPBTに加えCBTが一部導入されている。このようにCBTによる学力調査は国際的な標準となりつつある。

II 国内調査

平成31年度の全国学力・学習状況調査の中学校英語「話すこと」調査でCBTによる実施がされており、令和5年度と同調査においてもCBTでの調査が実施されている。また、「全国的な学力調査のCBT化検討ワーキンググループ最終まとめ」の中では、「全国学力・学習状況調査のCBTは、令和6年度予定の経年調査から順次導入」と示されている⁽¹⁾。

2.2 CBTの試作

本研究の実践までは至ることができなかったが、CBTの問題を実際に試作し、「高大接続に資する多面的評価のためのタブレット端末を用いたCBTの総合的研究」の会議の中で提案した。その問題案I~IIIを示す。

I 動画を活用した問題

2019年のセンター試験化学基礎で出題された問題のCBT化を行った。CBT化する前の問題を図1に示す。

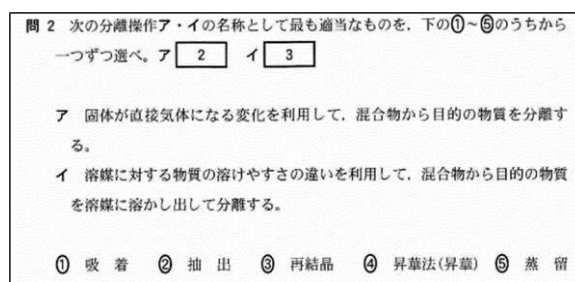


図1 2019年センター試験化学基礎の問題

この問題は混合物の分離操作に関する問題である。分離操作(ア、イ)を読み、操作の名称を答える仕様だが、分離操作を動画にすることで、実際の現象を見て判断する問題にできると考えた。その問題のイメージを図2に示す。

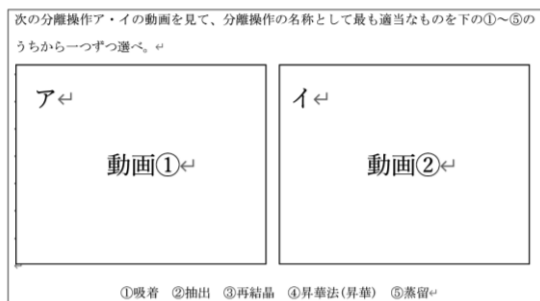


図2 動画を使った問題のイメージ

実際の現象を見て判断することは、化学への興味を引き出したり、日頃から身近な現象を注意深く観察することの大切さに気づいたりするきっかけになると考えた。

II 実験装置の組み立てシミュレーション問題

実験は生徒が実験装置を組み立てて準備するところから始まる。しかし実験の目的に合った実験装置を組み立てる問題はPBTでは難しい。一方、CBTでは図3に示すような実験器具の画像をつくっておき、タブレットの画面で自由に移動させることができる。シミュレーションによって正しく実験器具を配置することができるかを問う問題を作成できるのではないかと考えた。



図3 実験器具の画像⁽²⁾

III 3D分子モデルを用いた問題

化学物質の分子構造を示す場合、構造式が用いられることが多い。例えばアラニンという物質を構造式で表す場合、カルボキシ基やアミノ基といった官能基(有機化合物の性質を決める原子集団)を図4のように表現する。

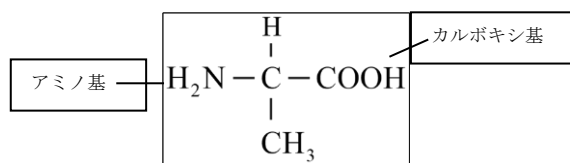


図4 構造式(アラニン)

しかし、実際は官能基にも立体構造がある。そこで、MolView(分子の構造式や立体構造を描画できるアプリ)により3D分子モデルを作成することで、官能基を立体的に表現し、実際の分子の構造を捉えながら解く問題を作れるのではないかと考えた。例えばアラニンを3D分子モデルで表すと図5のようになる。

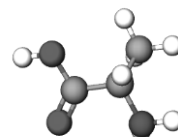


図5 3D分子モデル(アラニン)

3. 研究1

—メスシリンダーの目盛りを読み取る問題—

3.1 研究内容と目的

化学の実験ではできるだけ正確な値を測定する必要がある。例えばメスシリンダーで液体の体積を測定する場合、最小目盛りの10分の1まで読む、メニスカス(液面が屈曲した部分)の下端を読み取る、といったルールがある。メニスカスの下端がどの位置にあるかを判断し、その位置の目盛りを読み取る技能が必要だが、その技能を測る評価問題は、PBTでは図6に示すようなイラストを用いて出題されることが多い。しかし図6のイラストでは液面の様子が実際とは異なる。例えば液面が屈曲せず一直線で描かれていたり、実際は図7に示すようにメニスカスが二重になって見えるが、それが描かれていなかったりする。

そこで本研究では図6を用いたPBT、図7の画像を用いたCBT、メスシリンダーの実物を使った3種類を用意し、「最小目盛りを確認し、目盛りの10分の1まで目分量で読み取る力」に違いがあるのか検証した。

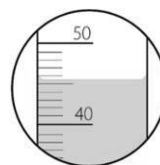


図6 イラスト

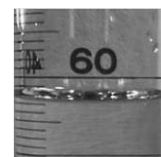


図7 画像

3.2 研究の方法

○調査対象者

A 高校2 学年生徒 10 名, B 高校2 学年生徒 10 名

○調査方法

本調査では、メスシリンダーの目盛りを読み取る問題を生徒全員に3つの出題形式(PBT, CBT, 実物)で解答させた。(解答時間は各30秒)

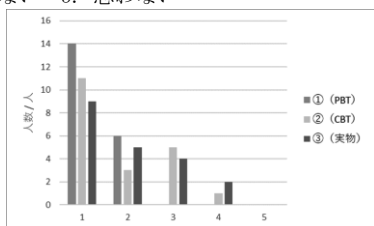
3.3 結果と考察

出題形式ごとの正答率は以下の通りであった。正解の基準については、真の値から±0.1mLの誤差内を正解とした。

	紙(PBT)	画像(CBT)	実物
正答率	100%	75%	70%

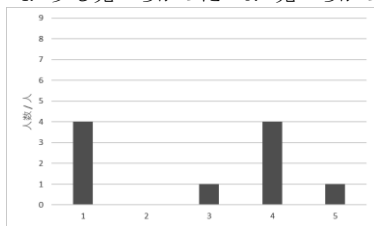
また、質問調査の結果を以下に示す。

- ①紙(メスシリンダーの図)の目盛りを正確に読むことができましたか
 ②タブレット(メスシリンダーの画像)の目盛りを正確に読むことができましたか
 ③実物の目盛りを正確に読むことができましたか
 1. 思う 2. まあまあ思う 3. どちらともいえない 4. あまり思わない 5. 思わない

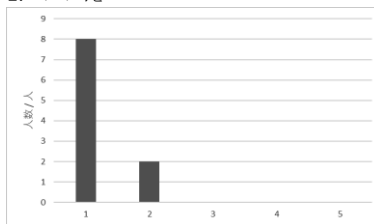


※グラフの左から①, ②, ③の結果

- ④タブレットの画像の見やすさはどうでしたか。
 1. 見やすかった 2. まあまあ見やすかった 3. どちらともいえない 4. 少し見づらかった 5. 見づらかった



- ⑤ピンチイン・ピンチアウトの機能は使いましたか。
 1. はい 2. いいえ



※ピンチイン・ピンチアウトは画面の拡大・縮小を指す。

正答率は紙(PBT)が100%、画像(CBT)が75%、実物が70%となった。

紙(PBT)の正答率が100%になったのは液面がはっきりしていて分かりやすいためであったと考えられる。しかしこれは実際とは異なる液面の様子を見た結果である。一方、実物の正答率は70%であった。実物の場合は、最小目盛りを確認し、目盛りの10分の1まで目分量で読み取る力を適切に評価できると考えるが、現実的に実物を用いた試験を一斉に行うのは難しい。一斉に実施が可能である画像(CBT)は、紙(PBT)に比べてやや正答率が落ち、実物に近い正答率になった。これは液面の様子が実物と

近い状態で観察していたためだと考える。

4. 研究2 -中和滴定の動画の問題-

4.1 研究内容と目的

化学は実験を大切にしており、実験に関する問題が数多く存在する。PBTでは、実験の手順や実験結果を言語化し、図を用いて説明することが多い。この場合、実験の手順や実験結果を説明するための文章が多くなるという問題がある。しかし、CBTでは一連の実験の様子を動画で提示することができるため、問題文の読解にかかる時間を減らし、考える時間を増やすことができると考える。また、実験の様子を直接伝えることができる。

そこで化学の問題としてよく出題される中和滴定について、紙(PBT)と動画(CBT)両方の形式で作成した問題を生徒に解答してもらい、問題の難易度の感じ方や実験の状況の理解のしやすさに違いはあるのかを検証することを試みた。

4.2 研究の方法

○調査対象者

A 高校2 学年生徒 20 名, B 高校2 学年生徒 20 名

○調査方法

本調査では、中和滴定に関する問題を紙と動画の2つの形式で出題し、各高校10名ずつPBTを解く組、CBTを解く組に分け、解答させた(以下PBT群、CBT群と略記する)。PBT群とCBT群の振り分けは定期考査の点数を参考にして学力差が生じないように行い、解答時間は両群15分に設定した。

4.3 結果と考察

質問調査の結果を以下に示す。

Q1. 問題の難易度はどうでしたか

1. 難しい 2. やや難しい 3. ちょうどよい 4. やや簡単 5. 簡単

Q2. 実験の状況は理解しやすかったですか

1. 理解しにくかった 2. やや理解しにくかった 3. どちらとも言えない 4. やや理解しやすかった 5. 理解しやすかった

Q1、Q2の各群の平均値、標準偏差は以下の通りであった。

PBT 群	平均値	標準偏差
Q1	3.05	0.89
Q2	3.60	1.23

CBT 群	平均値	標準偏差
Q1	3.40	0.75
Q2	3.60	1.35

また、PBT 群と CBT 群の対応のない t 検定 (Welch 検定) を行ったが、Q1 における解答形式には有意な差は見られなかった ($t(37.04) = 1.35, p = .19$)。同様に、Q2 についても PBT 群と CBT 群の対応のない t 検定 (Welch 検定) を行ったが、Q2 における解答形式にも有意な差は見られなかった ($t(37.51) = 0.24, p = .81$)。

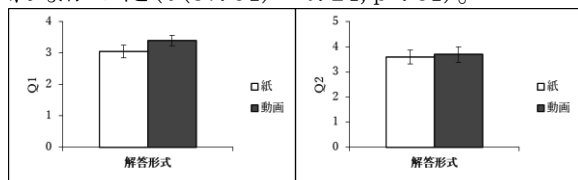


図9 Q1の結果(左)とQ2の結果(右)

以下に質問項目と回答の一部を示す。

Q3. 実験の状況の中で理解しやすかった箇所があれば、具体的に教えてください。

(PBT 群)

- ・写真がカラーで見やすかった。

(CBT 群)

- ・実験中の動画を見ながらだったので実験の手順なども理解しやすかった。

Q4. 実験の状況の中で理解しにくかった箇所があれば、具体的に教えてください。

(PBT 群)

- ・文字ばかりでわかりにくかった。

(CBT 群)

- ・動画の後に問題が出て、動画を戻す手間があった。

Q5. 試験中にタブレットの操作(一時停止や早送り、巻き戻しなど)で困りごとはありましたか。あったら教えてください。(CBT 群のみ)

- ・動画が勝手に進んでいくのが嫌だった。

Q6. 他に気づいたことや感じたこと、困ったことや心配だったこと等どんな内容でもいいので感想を教えてください。

(PBT 群)

- ・文を読解するのに多少時間がかかった。
- ・紙は慣れているから楽だった。

(CBT 群)

- ・実験経過を見ながら問題を解くと実験したときのことを思い出せてよかった。
- ・動画は何回も見直せるから良かった。
- ・早送り機能が使いやすくて良かった。

Q1, Q2 の結果より、問題の難易度の感じ方も実験の状況の理解のしやすさも解答形式による差は統計学的には見られなかった。動画による効果が「問題文の読解にかかる時間を減らし、考える時間を増やすことができる」だとすると、今回の PBT ではもともと文章量が少なく、問題文の読解にかかる時間が動画による場合と大きな差がなかったため、その効果が現われな

ったと考えられる。ただ、Q3 では「動画にすることで、実験の手順などが理解しやすかった」と答えた生徒が多かった。

Q5 では、試験中にタブレットの操作で困りごとはあった生徒はほぼ見られなかった。Q6 では「動画は何回も見直せるから良かった」、「早送り機能が使いやすくて良かった」という意見があり、動画機能の効果を確かめることができた。また、「実験経過を見ながら問題を解くと実験したときのことを思い出せてよかった」という記述もあり、CBT の一つの効果だと考える。

5. まとめ

本研究では、PBT では表現が難しい問題を CBT で表現できるのではないかと考え、デジタルならではの特性を活かした CBT の問題の試作と、その検証を行った。

CBT の問題の試作では実際の現象を動画で見て判断する問題や、画像にした実験器具を画面上で自由に動かし、正しく実験器具を配置することができるかを問う問題、3D 分子モデルを用いて実際の分子構造を捉えながら解く問題を作成することができた。

研究 1 の結果より、出題形式による「最小目盛りを確認し、目盛りの 10 分の 1 まで目分量で読み取る力」には違いが見られた。また画像を用いることで、実物に近い液面の様子を観察させることができると分かった。

研究 2 の結果より、紙 (PBT) と動画 (CBT) における難易度の感じ方や実験の状況の理解のしやすさは統計上、有意な差は見られなかった。

CBT の効果だけでなく、生徒が CBT に対しどのように感じたのか、そのリアクションも大切にしたい。検証中、ある生徒が「タブレットの試験は新鮮だった」と答えていた。今は PBT が主流だが、変化の激しい現代において、試験形式も今後 10 年、20 年で CBT 化が進んでいくと考えられる。ネットワーク環境やセキュリティ構築のような課題も技術の進展とともに解消していく可能性が高い。

デジタルの特性には従来の紙にはない魅力がある。今後もデジタルの特性を用いてどのようなことができるかを発信していきたい。

【参考文献】

- (1) 全国的な学力調査に関する専門家会議 全国的な学力調査の CBT 化検討ワーキンググループ (2021) 全国的な学力調査の CBT 化検討ワーキンググループ最終まとめ【概要】
- (2) 研究イラスト素材、
<https://www.wdb.com/kenq/illustration>