

GIGA スクール構想による思考力を高めるための学習プロセスの反応分析

～ レスポンスアナライザを活用した発問の違いにおける集団反応曲線の分析 ～

Reaction analysis of the learning process to improve thinking ability by the GIGA school concept

堀 信哉^{*1}, 齋藤陽子^{*2}, 久世 均^{*3}

サイバー空間と現実空間が高次に融合する“Society5.0 時代”の到来を前提に構想された GIGA スクールは、「1 人 1 台端末」の導入と学校での高速通信ネットワーク構築をはじめとしたハード面の整備が、新型コロナウイルス感染症拡大を受け、その動きを加速している。

しかし、教育現場の変化が加速している中、教育ビッグデータ等の教育情報の利活用やデジタル教科書などソフト面の整備についてまだ十分ではない点が見られる。

また、新学習指導要領が目指す育成すべき資質・能力を育むためには、学びの量とともに、質や深まりが重要であり、子供たちが「どのように学ぶのか」つまりは、「課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学び（いわゆるアクティブ・ラーニング）」が問われているが、主体的・協働的な学びが重要視されている中で、その評価についてはまだ研究が十分になされていない。本研究は、これらの主体的・協働的な学びにおける授業アーカイブとレスポンスアナライザの連携システムによる評価方法の開発研究をしたので報告する。

<キーワード> 学習プロセス, 反応分析, レスポンスアナライザ, 発問, 二極化

1. はじめに

GIGA スクール構想により、児童生徒一人一台の環境が整ってきた。もともと、ICT 環境の整備は、児童生徒の学習の手助けとなるツールとして、またコロナ禍におけるオンライン授業の推進を主目的として推し進められてきた。筆者らは、4 年前からこのような環境になることを想定し、児童生徒の学習過程における思考力を高めるための教師の発問に対する学習者の反応時間を記録、分析し、授業分析を教師誰もが容易に行えるシステムの開発研究を進めきた。

学習ツールとしてだけでなく、「児童生徒の学習成果を瞬時に把握し、評価しながら、教師自身の授業評価をも把握できるシステムは、児童生徒の学習向上にもつながる。

そこで、過去のアナライザによる授業分析

の研究を参考にしながら、発問パターンによる応答分析結果とその比較考察を行い、集団の特性の違いによってどのような集団反応曲線の違いがあるかを検証したので報告する。

2. レスポンスアナライザと授業改善

1970 年代には後藤忠彦氏（前岐阜女子大学学長・教授）を中心とした研究グループに

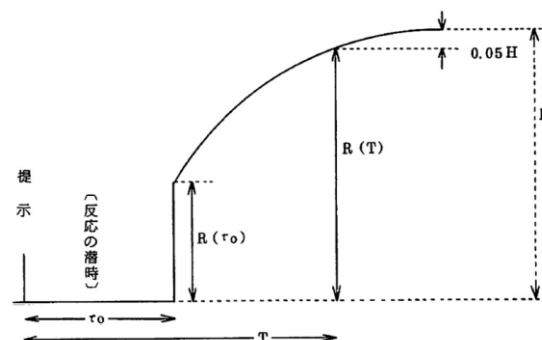


図1 集団反応曲線のモデル化

※1 HORI, Nobuya : 大垣市立西部中学校 , ※2 SAITO, Youko : 岐阜女子大学 ※3 KUZE, Hitoshi : 岐阜女子大学

において、レスポンスアナライザによる授業分析において、先生の発問、問題、児童・生徒の話し合い、実験・実習などでアナライザのスイッチを自由に押させ、学習者の反応を集めてテープレコーダ等に記録していた。このデータを授業後に Pen レコーダに記録させ、記録紙の上に教師、児童・生徒の言語活動を文字で記入した。授業での教師、児童・生徒の言語活動と反応、さらに静止画の映像から授業の様子を分析し、授業展開の中での教師の探査的な発問を中心に児童個人・グループ・全体が応答する目安の時間としてまとめ、図 1 のように集団反応曲線のモデル化としてまとめてきた。

本研究では、それを発展させ、児童生徒 1 人 1 台のタブレット PC 環境の中、授業終了後でしかできなかった反応分析をリアルタイムで教師が把握できることをめざすとともに、発問・質問の類型化を図り、その種類によってどのようなパターンになるのか。また、どのような発問が思考を深めるのか、理想的な主体的・協働的な学びの一助になるよう 1970 年代に培った事例を参考に研究を深めた。

3. 授業における評価と分析方法

児童生徒が自分の発問をどれくらい理解しているかは、教師が児童生徒について知るべき最も重要な情報のひとつである。授業を通じて常に児童生徒の理解度をチェックすることができるのがレスポンスアナライザである。このレスポンスアナライザは、単に理解度をチェックするだけではなく、理解度の時系列の変化も見ることができ、ひとつのティーチング・ポートフォリオという機能があると考ええる。

このティーチング・ポートフォリオは、近年アメリカの大学で教師の教育活動の評価の

ために用いられるようになった方法である。教師は、自分の教育活動の成果と質を証拠立てる資料をそろえ、それをひとつのファイルにまとめて、教育業績の評価を受けるというものである。もともとはこのように教師の教育における能力を評価し査定するために作られるものであるが、これを自分の授業改善のための資料、つまり拡張された授業記録としての役割に転用することができる。

ポートフォリオのよい点は、さもなければ散逸してしまう教育活動についての資料やデータをひとつにまとめるという点にある。残念ながら多くの教師にとって、授業はやりっ放しというケースが多い。しかし、毎回の授業が終わるごとに、教科書の不出来な部分、児童生徒がつまづいたポイント、うまくいったたとえ話、特徴的な質問などを記録し、ポートフォリオに保存しておくことは重要である。こうした記録を、授業中に配ったハンドアウト、児童生徒の最終的な成績結果などとともにファイルしておくことが、次年度の授業を設計するときにも役立つ。

4. 集団の特性と集団反応曲線

発問してから集団全体の 95% が反応するまでのいわゆる集団反応曲線には、様々な特徴が見られた。

例えば 1960 年代における学級内の学力の分布は、図 2 に示すように概ね正規分布に近い形で分布しており、その当時の集団反応曲

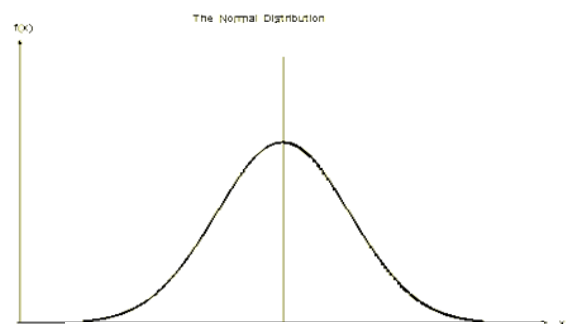


図 2 学力の正規分布曲線

線が図3のように記述されていた。^[2]

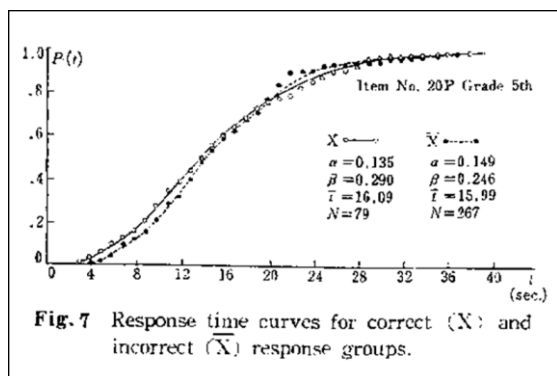


図3 集団反応曲線

しかし、現在では、学力の二極化が進んでおり、高知大学の藤田（2011）の「学力の二極化モデル～全国学力・学習状況調査を中心として～」の論文では、「学力の二極化は、子供たちの属する社会的・文化的・経済的階層が2つあり、その2つの分布が重なり合っている状態」と論述している。

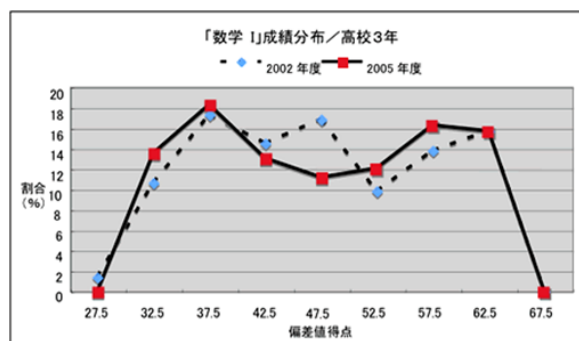


図4 二極化した学力分布

このような二極化モデルの集団であると、その集団反応曲線は、図5のように推測できる。そこで、学力分布について集団反応曲線の差異を発問の違いから明らかにし、その違

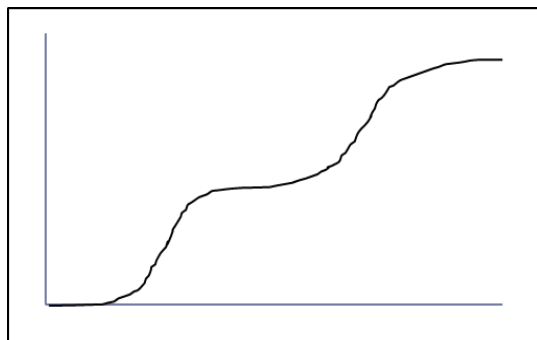


図5 予想される集団反応曲線

いを授業改善にどのように生かすかについて考察した。

5. 発問のカテゴリー

発問と集団反応曲線については、図6のMc-Gill 仮説のような学習プロセスを経て、児童生徒が反応するとみられ、集団反応曲線は、図3の集団反応曲線のモデル化のような曲線になると予想されている。⁽²⁾

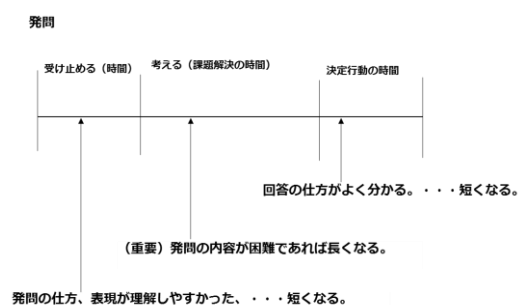


図6 Mc-Gill 仮説

その結果、1970年代の後藤忠彦氏（前岐阜女子大学学長）を中心とした研究グループのレスポンスアナライザによる授業分析では、授業展開の中での教師の探査的な発問を中心に児童個人・グループ・全体が応答する目安の時間として、表1のようにまとめられてきた。^[3]

表1 反応時間

	Q ₁	Q ₂	Q ₃
小学校	10秒	14秒	20秒
高校	10秒	14秒	23秒

(1) ブルームのタキソノミー

教育における発問は、学習者の思考・認識過程を経るものであり、学習者の既有知識や学習内容の理解度を測ったり、意見を活用したりすることで授業をより深い学びに導く。

ベンジャミン・ブルーム(1956)が“Taxonomy of educational objectives”のなかで提唱した表2の「教育目標のタキソノミー(分類学)」

は、低次の認知的発問から高次の認知的発問へと目標の能力面を階層的に整理したものである。

表2 ブルームの教育目標のタキソノミー

評価 Evaluation		
総合 Synthesis	個性化 Characterization	自然化 Naturalization
分析 Analysis	組織化 Organization	分類化 Articulation
応用 Application	価値づけ Valuing	精密化 Precision
理解 Comprehension	反応 Responding	巧妙化 Manipulation
知識 Knowledge	受け入れ Receiving	模倣 Imitation
認知的領域	情意的領域	心的運動的領域

このブルームのタキソノミーを、弟子のアンダーソンが改訂タキソノミーとして図7のように提唱している。

教育目標の分類学 (ブルーム・タキソノミー)		
ブルームの教育目標分類学 (Bloom, B.S.他)	改訂ブルーム分類学 (Anderson, L.W.他)	
① 知識 情報や概念を想起する	知識次元 ↓ 事象的知識 概念的知識 運行的知識 メタ認知的知識	認知過程の次元 ① 記憶 ② 理解 ③ 応用 ④ 分析 ⑤ 評価 ⑥ 創造
② 理解 伝えられたことがわかり、意味や概念を利用できる		
③ 応用 情報や概念を特定の具体的な状況で使う		
④ 分析 情報や概念を書く部分に分析し、相互の関係を明らかにする		
⑤ 総合 様々な概念を組み合わせて新たなものを形成する		
⑥ 評価 素材や方法の価値を目的に照らして判断する		

図7 アンダーソンによる改訂タキソノミー

(2) 発問のカテゴリー

アンダーソンが提唱している改訂タキソノミーを元に発問を図8のようにカテゴリー化した。

i) 低次の認知的発問	A 想起的発問 (記憶)	学習者に、すでに見たり聞いたりしたことを想起させるための発問 認識、想起、識別、描写、名づけ、レッテル、認知、再生、真似
	B 理解力に関する発問 (理解)	学習者が想起したことを理解しているかを調べる発問 解釈、例証、分類、要約、推測、比較、説明
	C 適応力に関する発問 (応用)	単純な正答をもつような問題解決に想起した知識や技術が適用できるかを調べる発問 構築、作成、構成、模型、予想、準備
ii) 高次の認知的発問	D 分析的発問 (分析)	学習者に、ある事象の動機や原因を確認させたり、あるいは、演繹や帰納することを目指す発問 比較・対照、分解、区別、選択、分類、整理、原因究明
	E 評価的発問 (評価)	学習者に問題点にかんする意見を求めたり、価値判断をさせたりする発問 査定、批評、判断、証明、議論、支持、確認
	F 創造的発問 (創造)	学習者に「考えを生み出し」「計画を作り」「成果物を作り上げ」課題達成のために新たに創造活動させる発問 発案、計画、生産、類別、法則化、再構築

図8 発問のカテゴリー

これを関ヶ原の戦いに置き換えると、表3のようになる。

表3 具体的な発問例 (関ヶ原の戦いの例)

- ① 関ヶ原の戦いはいつ起こったのか。【認知】
- ② 関ヶ原の戦いの概要を説明しなさい。【説明】
- ③ 関ヶ原の戦いで石田三成が勝つためには何をすればよかったのか。【予想】
- ④ 関ヶ原の戦いの原因は何だったか。【原因究明】
- ⑤ 関ヶ原の戦いによって徳川家康は、どのような社会を作ろうとしたのか。【批評】
- ⑥ 関ヶ原の経験を踏まえ、戦のない世の中を構築するためにどのような方策が考えられるか。【発案】

今回の実証実験では、このカテゴリー別の発問により集団反応曲線がどのようになるかを分析したので報告する。

6. レスポンスアナライザの開発

2020年の児童生徒1人1台のタブレットPC環境を想定し、4年前に(株)リオスの協力を得て、「Ranavis」というシステムに組み込んでレスポンスアナライザを試行的に開発した。

パソコンやタブレット、スマートフォンを活用した双方向授業を効率化する授業支援ツールで、図9のようなメニュー画面で構成されている。

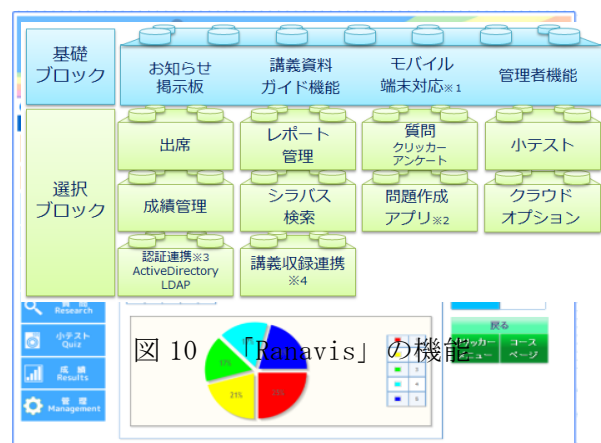


図9 「Ranavis」のメニュー画面

この「Ranavis」は、総合的な授業支援ツールでもあることから、図10の中の必要な機能ブロックを組み合わせることでサービスを利用できるので、教育機関で必要な機能だけを組み合

わせて短期間でシステム構築ができるのが特徴である。

このシステムは、図 11 の教師用と図 12 に示す児童生徒用と分けた画面構成になっている。

レスポンスアナライザーメニュー			
demo			
demo			
受付開始	受付終了	第2回 回答者数	4 / 50
CSV			
氏名	第1回	第2回	
生徒01	25.1	—	
生徒02	43.2	—	
生徒03	—	—	
生徒04	—	—	
生徒05	276.2	10.3	

図 11 教師用画面

教師は発問した後、図 11 の教師用画面の受付開始ボタンを押すと、児童生徒のスイッチが有効になる。児童生徒は、図 12 の画面にて、教師の発問に応じて「わかった!」というボタンを押す。受付開始から児童生徒の「わかった!」というボタンを押すまでの時間をカウントしてその集団反応時間を記録する仕組みになっている。

7. 発問による集団反応曲線

レスポンスアナライザーメニュー	
demo	
demo	
わかった!	取 消

図 12 児童生徒用画面

レスポンスアナライザとタブレット PC を活用して集団反応曲線の結果を得た。中学校理科の生物単元の授業において、図 8 のカテゴリー領域 (A)・(B)・(C) それぞれに相当する発問をした時、学力分布が異なる 2 つの学級集団 (二極化が緩い集団と二極化が顕著な集団) における集団反応曲線は次のような結果になった。

(1) 発問カテゴリー (A) の集団反応曲線

カテゴリー (A) は、「記憶」「想起」がキーワードで、長期的記憶の中から関連する情報を「認識」または「想起」すること。記憶から正しい情報を呼び出す発問である。

検証数：二極化緩い 35 人 二極化顕著 36 人

発問 1：細胞という言葉を知っていますか？

単純な Yes か No で答える問いに対して、学力の二極化が緩いすなわち正規分布に近い学級集団の結果は、図 13 のように Q1(25%)：2 秒、Q2(50%)：8 秒、Q3(75%)：23 秒の応答時間であった。

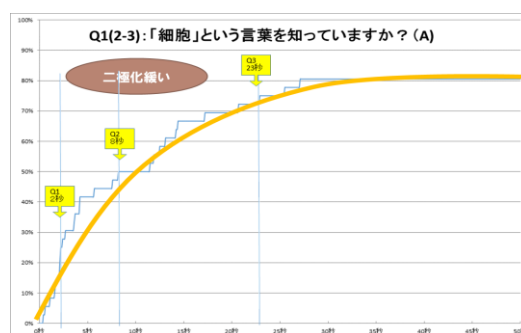


図 13 カテゴリー(A)発問の集団反応曲線 1

これに図 14 に示すように二極化が顕著と思われる学級集団では、Q1(25%)：19 秒、Q2(50%)：27 秒、Q3(75%)：48 秒の応答時間であった。初動 (τ0) に時間が要すること、その後の集団の反応は同じように上がるものの、終息では、時間をかけても反応できない生徒が多いことがわかる。

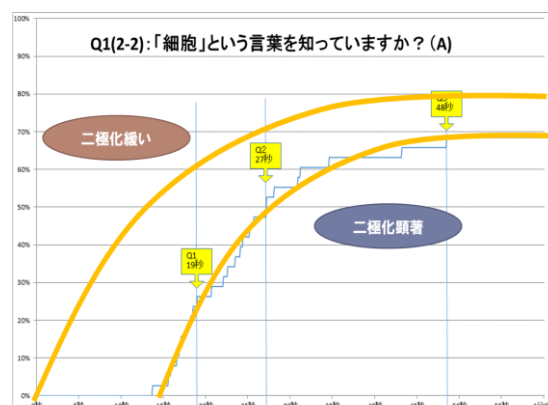


図 14 カテゴリー(A)発問の集団反応曲線 2

この実践は、認識や経験の差がこの発問には影響が大きい。授業の最初に発問されることが多いが、単元のはじめにおいてレディネステストなどで実態を把握し、さらなる思考の妨げとならないよう配慮して行った。

(2)発問カテゴリー (B) の集団反応曲線の例

カテゴリー (B) は、「理解力」がキーワードで、与えられた客観的な知識・情報の内容や論理の展開を把握して、必要に応じて知識を活用できるようにする。教材や経験から意味をとらえさせようとする発問である。実際の授業の中で、従来の知識を理解しているかどうかを問う最も多い発問である。

発問 2：細胞の形や大きさに違いはあるか？

集団の 40%が 11 秒で反応できるが、残りは理解できていないため時間を経過しても反応できない。小集団での教え合いにより、80%の理解率まで引き上げることができた。

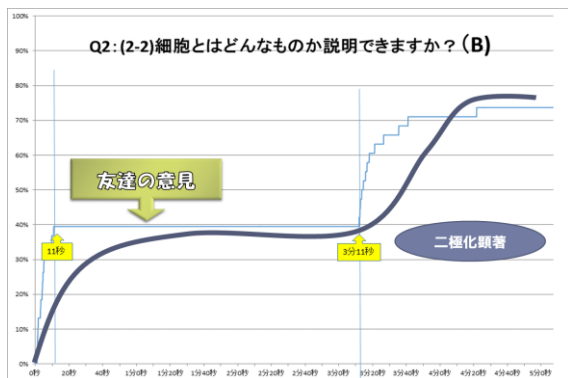


図 15 カテゴリー (B) 発問の集団反応曲線

(3)発問カテゴリー (C) の集団反応曲線の例

カテゴリー (C) は、「応用力」がキーワードで、学習した基本的な知識・理論・情報を活用して、直面した新たな課題や問題を解決できるように図る発問である。

発問 3：デンプンは口の中でどうなるか知っていますか？

はじめ 20 秒ほどで 40%まで達するがその後伸び悩んだため 1 分 40 秒後話し合いをしたところ、勘違いの答えにもかかわらず曲線はゆるやかに上昇していき正答に近い意見が出たところで 85%に達した。時間にして 5 分近くを費やしたが、全体への定着率は高いものと予想される。

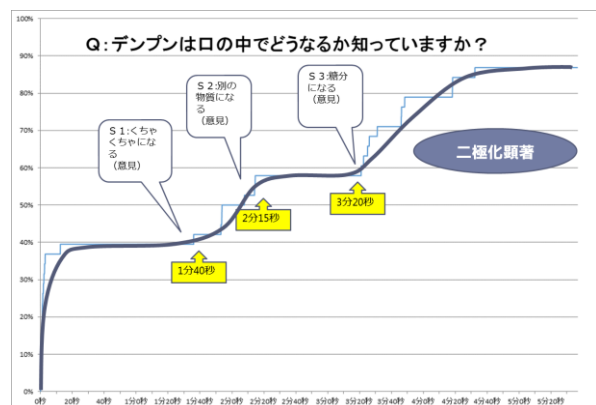


図 16 カテゴリー (C) 発問の集団反応曲線 1

発問 4：デンプンが等に変わることを科学的に調べる方法がわかるか？

カテゴリー (D) 分析力も必要とする発問であるためか反応率は低く、話し合いによっても 50%程度にしか達しなかった。その後、教師の解説を入れると一気に 90%まで到達した。これは、回答に未知の薬品名が必要なため情報量の不足が原因と考えられる。このような

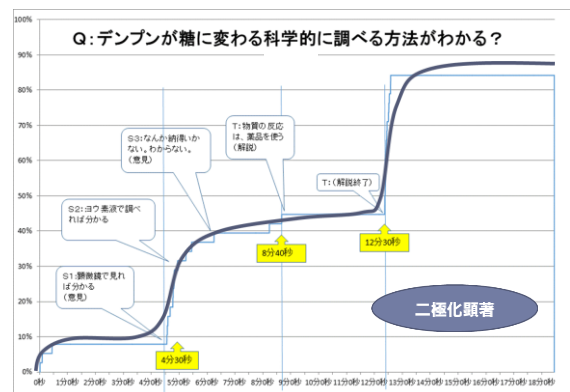


図 17 カテゴリー (C) 発問の集団反応曲線 2

発問を行う場合は、情報量を補いながら深い学びへと導く必要があることを示す。

8. おわりに

学習の記録をデジタルで記録することによって児童生徒自らが振り返り学習に活用する学習支援のための教育情報や、個別最適な学習指導・生徒指導を実現する指導改善。そして、大量の蓄積された教育情報を大学等で分析することによって教授法や学習法などの新たな知見を創出するなど、新しい学びを実現していくためには「教育情報の利活用」がキーワードとなる。

また、新たな教育の技術革新により、学習指導要領のコード化がされ、学習履歴をデジタルで蓄積できる環境が整う。その結果として、過去の教育実践記録等の教育情報を学習指導要領のコードと関連付けて利活用することも重要であり、デジタル教科書やデジタル教材、デジタルアーカイブのコンテンツに学習指導要領コードを付与することで、関連資料を一覧で表示することもできる。

これらの集団反応曲線の研究成果は、カテゴリーの違いだけでなく、集団の特性の違いにおける集団反応曲線のパターンが大きく異なることが分かる。このように、思考のプロセスの違いこそが、深い学びを生むか否かの違いにつながると考えられる。つまり、発問カテゴリーの違いにより“受け止め”“考える”“決定行動”に時間差が生じ、そこに個人差が生じ、集団反応曲線に違いが出てくることになる。教師は、発問の要素を十分理解し、集団の特性を考慮しながら反応曲線を予測し、ヒントや話し合いの指示を適時にすることが求められ、個別最適化で効果的に学びを支援し、深い学びにつながる授業改善に必要なことである。

このシステムによる思考力を高めるため

の学習プロセスの反応分析は、対面授業でもオンライン授業でも教師の瞬時の判断による働きかけが可能となり、児童生徒の思考力向上に大いに寄与するものと考えられる。

特に、オンライン授業では、発問後の児童生徒の反応は、対面授業に比べ遠隔の特性から捉えにくい。その点、本システムにより、オンライン上で同時に思考過程が収集できれば教師の教授方法に変化をもたせられるものと期待できる。

9. 参考文献

- [1] 堀信哉，齋藤陽子，久世均：思考力を高めるための学習プロセスの反応分析に関する研究【Ⅰ】(2016/8)
【Ⅱ】(2017/8)【Ⅲ】(2018/8)，日本教育情報学会年会報告書
- [2] 後藤忠彦編著「初任教員3年間の教育実践活動」岐阜女子大学カリキュラム開発研究所 (2016/2)
- [3] 後藤忠彦監修「コンピュータを利用した教育革新」(1986/7)