

平成 30 年 6 月 27 日現在

機関番号：11302

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02908

研究課題名(和文) 経験帰納的学習の提案・構築と自然現象の抽出による検証

研究課題名(英文) Proposal and Construction of the Experience-Based Inductive Learning, and Verifications through extracted natural phenomena

研究代表者

内山 哲治 (Tetsuji, Uchiyama)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：10323784

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,100,000円

研究成果の概要(和文)：われわれは、物理教育において課題を見いだせないなど課題解決型学習にスムーズに入れないに特に初学者に対して、課題解決型学習への橋渡しとなる経験帰納的学習を提案し、その構造を調べ、展開を行ってきた。構造としては、これまでの学習法とは異なり、能動的/帰納的/指導者主導/外発的動機付けの категорияに分類でき、指導者の操作・制御性に優れていることが分かった。これらの特徴は、学校教育現場での総合の時間・課題研究の指導やアクティブ・ラーニングの指導と同様の構造をしており、経験帰納的学習に基づきこれらの指導実践にも展開してきた。また、開発してきた教材は、実験教室等で実践し、深い学びへ有用性が確認されている。

研究成果の概要(英文)：We have proposed the experience-based inductive learning (EBIL) for especially beginners, which cannot find a project and move to the project-based learning (PBL) smoothly in the physics education. The structure of EBIL has been analyzed and expanded. The structure of EBIL is different from these learning methods which have been suggested so far and has been classified in a category of active, inductive and leader-controlled learnings and an incentive of from outside. These features are the same of the project study and the active learning in the school education. Therefore, the instructions of the project study and the active learning have been based on EBIL. In addition, the utility of the teaching materials which we have used in the experimental workshops has been confirmed as a deep learning.

研究分野：超伝導物性，物理教育

キーワード：経験帰納的学習 課題解決型学習 アクティブ・ラーニング 暗黙知 無意識 モチベーション 課題研究 探究活動

1. 研究開始当初の背景

教員養成大学で理科(物理)を教育する立場になって、理科を専攻する学生でさえ、自然科学として物理を認識していないことに大いなる不安を抱いた。その中で文科省の総合学習には課題解決型学習が謳われ、学習指導要領ではアクティブ・ラーニング(主体的・対話的で深い学び)が動き出そうとしていた。これは一部の学校では対応可能かも知れないが、研究代表者自身が近郊の学校教育に携わり教育現場に出入りしてきた見聞から、多くの学校現場で対応出来ないと考えられた。

2. 研究の目的

上記の背景から、われわれが一番感じたことは、児童生徒に課題解決型学習やアクティブ・ラーニングを実践していかなければならない教員側において、課題解決型学習やアクティブ・ラーニングの意味を理解し、実践出来る人が極めて少ないということである。そこで、われわれは課題解決型学習への接続となる学習法の構築と実践を行えないかと考えた。

- (1) 課題解決型学習への橋渡しとなる、特に初学者に適した学習法である「経験帰納的学習」(物理は自然科学であり、われわれは自然の中でのみ生きているので、実は生まれながら/成長する過程を通して物理を経験的に理解している。ただ、自然現象を表現する術を持たないだけである、を出発点にした学習法である。表現を変えると、普段、無意識で接している身の回りの自然現象に対して、積極的に意識化させる学習法、とも云える)を提案し、この学習法の構造を分析し、他の学習法との比較を行う。
- (2) 経験帰納的学習の元となる経験の活用・展開の方法を探究し、実際の授業提案および実践を行う。
- (3) 経験帰納的学習法を活用したアウトリーチ活動を行う。

3. 研究の方法

われわれが提案した経験帰納的学習法を確立するために、(1)理論班、(2)自然現象抽出班、(3)実践班の体制を組んだ。

- (1) 理論班: 文科省推奨の課題解決型学習、われわれの提案した経験帰納的学習、その他にも発見的学習など、非常に多くの学習法がある。それら既存の学習法と経験帰納的学習の位置付けを行い、学習過程における有用性を探る。

ビジネスモデルとして、企業においても社員教育はなされている。そこで、企

業で行われている教育(企業内教育)と既存の学校教育および経験帰納的学習による教育を比較し、経験帰納的学習の展開を図る。

- (2) 自然現象抽出班: 経験帰納的学習の核となる、日常生活で無意識のうちに認識している事象(学習課題)を挙げ、学習教材として作成する。
- (3) 実践班: われわれは初等・中等教育を中心とした教員養成大学であるが、当該研究室の卒業生は高等学校教員が多い。そこで、学校現場での実践においては、高等学校を中心に行い、小・中学校の生徒対象には、実験教室を中心に行う。

4. 研究成果

- (1) 理論班: 既存の学習法との比較において、比較の指標として、能動的・受動的、帰納的・演繹的、指導者主導・学習者主導、の3つの軸を用いた3次元空間で各学習を配置した。その結果、受動的/演繹的・帰納的/指導者主導のカテゴリーにクラスルーム・ラーニング(座学・講義)、能動的/演繹的/学習者主導のカテゴリーに課題解決型学習、プロジェクト・メソッド、ドルトン・プラン、能動的/帰納的/学習者主導のカテゴリーに発見的学習、能動的/帰納的/指導者主導のカテゴリーに経験帰納的学習がおおよそ分類できることがわかり、経験帰納的学習がこれまでの学習法と立場が異なることが明らかになった。

課題解決型学習・座学を含め企業内教育との比較において、比較の指標として、能動的・受動的、内発的動機付け・外発的動機付け、指導者主導・学習者主導、の3つの軸を用いた3次元空間で各学習を配置した。その結果、能動的/内発的動機付け/学習者主導のカテゴリーに課題解決型学習、OJT(On-the-Job Training)、受動的/外発的動機付け/指導者主導のカテゴリーに座学、Off-JT(Off-the-Job Training)、能動的/外発的動機付け/指導者主導のカテゴリーに経験帰納的学習がおおよそ分類できることがわかり、ここにおいても経験帰納的学習がこれまでの学習法と立場が異なることが明らかになった。

上記の研究より、動機付けの重要性が認識されたので、企業における動機付け手法を検討し、A. H. マズローやE. L. デシの動機付け理論ではなく、従業員のデータに基づいたF. ハーズバークの動機付け理論(二要因論)を用いて分析し、学校教育現場での衛生要因の充足が重要であることを確認した。さらに、満足

要因を充たし続けるサイクルとして、よく用いられるPDCA「計画 実行 評価 改善」サイクルではなく、「機会 支援 評価 承認 報酬」サイクルが有効であると結論した。これは、経験帰納的学習に学習サイクルを入れることによる展開を意味する。

そこで今後の展望として、学習者が能動的になるために、指導者が行う実践的なサイクルとしてOODA「観察 適応 意志決定 行動」による展開を図っている。

- (2) 高等学校への対応として、力学の学習：部活動（野球）および授業内でのティーバッティング経験の活用（ソフトウェアの開発）を東北学院榴ヶ岡高等学校および仙台第三高等学校で実践した。

熱力学および電気回路の学習：酸化物質高温超伝導体の急速作製の体験から、研究としての「考える」の体験をひらめきときめきサイエンスで実践した。また本件は、平成 28 年度ひらめきときめきサイエンス推進賞を受賞した。

光のスペクトルおよび生物の錐体細胞に関する学習：身近で既知の「緑色」を分類することによって、深い学びにつなげるプログラムを仙台第三高等学校で実践した。

物理と英語の深い学習：物理学と語学（英語）の比較から、物理公式と文法のアナロジーを展開し、文系生徒に対しても、物理の敷居を下げるプログラムを開発しており、山形県の高等学校での実践を進めている。

次に、小中学校への対応として、各種実験教室の開催により草の根的な活動を行っているが、特に音の学習：小学校の次期学習指導要領に入る音に関して、光との比較から、音虚像に関する学習プログラムの開発を行い、実践準備を進めている。本件に関しては、気仙沼市・宮城教育大学連携センター理科教育拠点事業として、平成 30 年 8 月 23 日に気仙沼市新月中学校で小・中学校の教員を対象に実施する予定である。

エネルギーの学習：環境教育の一環として、エントロピーを暗に含んだエネルギー学習プログラムを作成し、FEEL Sendai（杜の都の市民環境教育・学習推進会議）杜々かんきょうレスキュー隊事業として、仙台市の小中学校で実践を行っている。

天文分野：天動説・地動説等の学習プ

ログラムを開発し、スペースラボ in 仙台市天文台という事業を通して、小中学生に実践を行っている。

- (3) アウトリーチ：教育大学という立場上、高等学校の課題研究やアクティブ・ラーニングに関する支援に関わることが多い。この課題研究やアクティブ・ラーニングの指導を考えた場合、活動の初期段階は教員が主導的に関わる必要があること、実働としては生徒が中心であること、生徒はこれまでの知識・経験を活用することが重要であり、また学校教育における学習課程という外発的要請であることから、この構造は経験帰納的学習の立場・視点（能動的/帰納的/指導者主導/外発的動機付け）と同じであると見なせることが分かった。そこで、この構造を説明し、教員向けに課題研究やアクティブ・ラーニングの指導を実践している。

科学技術振興機構（JST）の「中高生の科学研究実践活動推進プログラム」事業として、課題研究の指導マニュアル作成において編集委員長として参画し、経験帰納的学習（名称は挙げていない）に基づき日常の観察およびが一番重要であり、研究の進め方を記載した。

同内容の実践を、仙台南山高等学校理科を対象に授業を行い、課題研究について助言を続けている。

平成 30 年度山形県理科教育研究会物理専門部会大会（平成 30 年 10 月 19 日、山形東高等学校）において、教員向けに高校理科におけるアクティブ・ラーニング（探求型授業）の講演および指導を行う予定である。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 6 件）

佐藤 響，内山 哲治，経験帰納的学習の実践 - 無意識の意識化 - ，東北物理教育，査読有，27 巻，2017，15 - 18

内山 哲治，物理教育としての経験帰納的学習の紹介，物理教育通信，査読有，162 巻，2015，68 - 68

功刀 裕平，内山 哲治，実演を目的とした高温超伝導バルク体の急速作製の開発，東北物理教育，査読有，25 巻，2015，5 - 9

竹ヶ原 孝則，内山 哲治，LabVIEW を用いたヴィジュアル型シミュレーションの開発，東北物理教育，査読有，25 巻，2015，20 - 23

〔学会発表〕(計 9件)

佐藤 響, 内山 哲治, 経験帰納的学習の実践 - 無意識の意識化 -, 日本物理教育学会東北支部総会, 2017.11.18, 東北大学(宮城県)

内山 哲治, 物理教育におけるハーズバーグの動機付け, 日本物理学会・第72回年次大会, 2017.3.20, 大阪大学(大阪府)

佐藤 響, 内山 哲治, 経験帰納的学習の実践 ~「緑」ってなんだ~, 日本物理学会・第72回年次大会, 2017.3.18, 大阪大学(大阪府)

内山 哲治, 佐藤 壮, 企業内教育からみた経験帰納的学習法の位置付け, 日本物理教育学会・第33回物理教育研究大会, 2016.8.6, 新潟大学(新潟県)

内山 哲治, 佐藤 壮, 物理教育における経験帰納的学習の提案, 日本物理学会・第71回年次大会, 2016.3.19, 東北学院大学(宮城県)

竹ヶ原 孝則, 内山 哲治, 等加速度直線運動に関するシミュレーション教材の作成と実践, 日本物理教育学会東北支部総会, 2015.11.7, 宮城教育大学(宮城県)

佐藤 壮, 内山 哲治, 高等学校の授業における外発的動機づけの有用性, 日本物理教育学会東北支部総会, 2015.11.7, 宮城教育大学(宮城県)

功刀 裕平, 内山 哲治, 銅酸化物高温超伝導体BSCCOバルク体の急速作製法の開発, 日本物理教育学会東北支部総会, 2015.11.7, 宮城教育大学(宮城県)

内山 哲治, 物理教育としての経験帰納的学習法の紹介, 物理教育研究会, 2015.8.2, 宮城教育大学(宮城県)

〔その他〕(計 20件)

その他

内山 哲治(編集委員長), その他, 『知る術』~「なぜ」を紡いで「知りたい」を育てるみやぎメソッド~ 指導マニュアル, 宮城県教育委員会, 2018

アウトリーチ活動情報

内山 哲治, その他, 電気抵抗ゼロの世界 - 超伝導体を作ってみよう! -, ひらめき ときめきサイエンス~ようこそ大学の研究室へ~ KAKENHI, 2015-2017の本研究年度範囲に3回, 宮城教育大学(宮城県)

内山 哲治, その他, 「天動説 vs. 地動説」等, スペースラボ in 仙台市天文台, 2015-2017の本研究年度範囲に6回, 仙台市天文台(宮城県)

内山 哲治, エネルギーっておいしいの?, FEEL Sendai(杜の都の市民環境教育・学習推進会議)杜々かんきょうレ

スキュー隊事業, 2017.7.12, 仙台市台原中学校(宮城県)

内山 哲治, 課題研究の進め方, 出前授業, 2015-2017の本研究年度範囲に2回, 仙台向山高等学校(宮城県)

内山 哲治, その他, 仙台市確かな学力研修委員会委員, 仙台市教育委員会, 2015-2017(単年度毎の任期(本研究に関する年度範囲で表示)), 仙台市教員研修センター等(宮城県)

内山 哲治, その他, 宮城教育大学-仙台三高 授業づくりプロジェクト, 2015-2017の本研究年度範囲に3回, 仙台第三高等学校(宮城県)

ホームページ情報

<http://supercond.miyakyo-u.ac.jp/FreeSoft.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

内山 哲治 (UCHIYAMA, Tetsuji)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号: 10323784

(4) 研究協力者

山口 智輝 (YAMAGUCHI, Tomoki)

中尾 俊介 (NAKAO, Shunsuke)

佐藤 壮 (SATO, Sou)

功刀 裕平 (KUNUGI, Yuhei)

竹ヶ原 孝則 (TAKAGAHARA, Takanori)

佐藤 響 (SATO, Hibiki)

滝井 隆太 (TAKII, Ryuta)

清原 和 (KIYAHARA, Wataru)