

大型実験装置を教材とした 高大連携ブレンディッドラーニングにおける学習成果の分析

Analysis of Learning Outcomes for High School Physics Ex-Class: The Effect of the Blended Learning Utilizing Large Experimental Equipment

小山田 誠^{†*}, 岩崎 信^{††}, 藤原 充啓^{††}, 三石 大^{†††}, 陳 輝^{†††}, 最上 忠雄^{††}, 長谷川 晃^{††}, 鈴木 克明[†]
OYAMADA, Makoto[†] IWASAKI, Shin^{††} FUJIWARA, Mitsuhiro^{††} MITSUISHI, Takashi^{†††}
CHEN, Hui^{†††} MOGAMI, Tadao^{††} HASEGAWA, Akira^{††} SUZUKI, Katsuaki[†]

[†]熊本大学大学院社会文化科学研究科

^{††}東北大学大学院工学研究科, ^{†††}東北大学大学院教育情報学研究部・教育部

[†]Graduate School of Social and Cultural Sciences, Kumamoto University

^{††}Graduate School of Engineering, Tohoku University

^{†††}Graduate School of Educational Informatics, Tohoku University

*Email: oyamada@kumamoto-u.ac.jp

あらまし: 大型実験装置「加速器」を教材として, その実験施設での運転実習を主とした高校生向け課外授業を行ってきた. この実地学習を補強するため, 事前に非同期型 Web 学習を, 事後に同期型遠隔学習を採り入れた. 本稿では, この 3 ステップ学習の各段階で各生徒が記述した「加速器ブロック図」の分析結果をもとに, ブレンディッドラーニングを相乗的に機能させることで質の高い連携授業が実施可能であることについて報告する.

キーワード: ブレンディッドラーニング, 高大連携, 理科教育, 大型実験装置: 加速器

1. はじめに

高校と大学の「接続」や研究機関におけるアウトリーチ活動の観点から高大連携が重要視される中, 大学等の研究機関のみが持つ大型実験装置を有効活用するような授業プログラムの構築は, 理科教育改善の観点からも待望される⁽¹⁾. 本研究では, 東北大学が保有する大型実験装置: 加速器を運転させる実習を中核とした高大連携授業を実施する中で, この希少な体験から最大限の教育的効果を引き出すため, 図 1 に示す事前・実地・事後の 3 ステップからなるブレンディッドラーニングを導入した⁽²⁾.

各ステップ後には, 獲得した知識の再構成とリフレクションを促進させるため, 生徒たちに装置のブロック図を描かせた [図 2]. 本稿では, そのブロック図描画の結果を分析することにより, 導入したブレンディッドラーニングの有効性を検証する.

2. 方法

本実践は 2007 年 7~8 月に埼玉の県立女子高校 2 年生 16 名を対象として行った. その際, 各ステップの直後に, 「実験チャンバー」, 「偏向電磁石」, 「イオン源」, 「ファラデーカップ」, 「Q レンズ」, 「加速管」

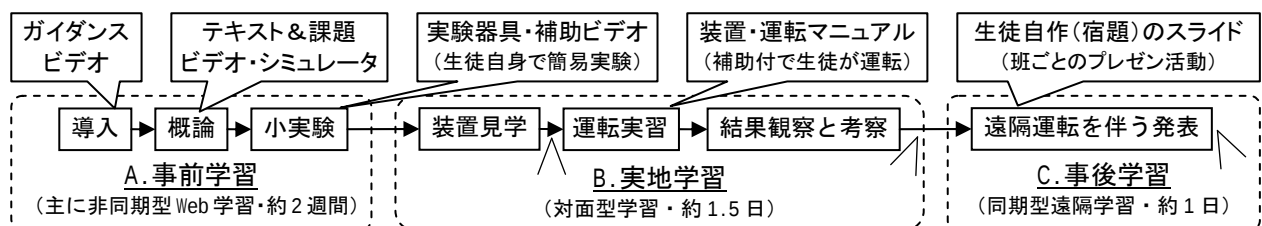
といった装置の主要部位 6 つをキーワードとし, 位置関係を連想させない順番で与え, 毎回約 20 分間でブロック図を描画させた. ただし, 事前学習分は実地学習内の「装置見学」後に行った [図 1 の①~].

評価にあたっては, 与えた各キーワードについて, 位置 (前後関係) の正確さ (計 2 点 [前 1 点・後 1 点]) と補助記述の内容 (計 3 点 [機器様態や運転操作, 機能, 原理などの詳述度を総合的に評価]) の 2 観点から, 計 30 点満点の評価を行った. また, キーワードとして与えなかった部位に関する付加記述は, 部位 1 つごとに 2 点満点として上限を定めずに加点し, 各キーワードの評価とは別に集計した.

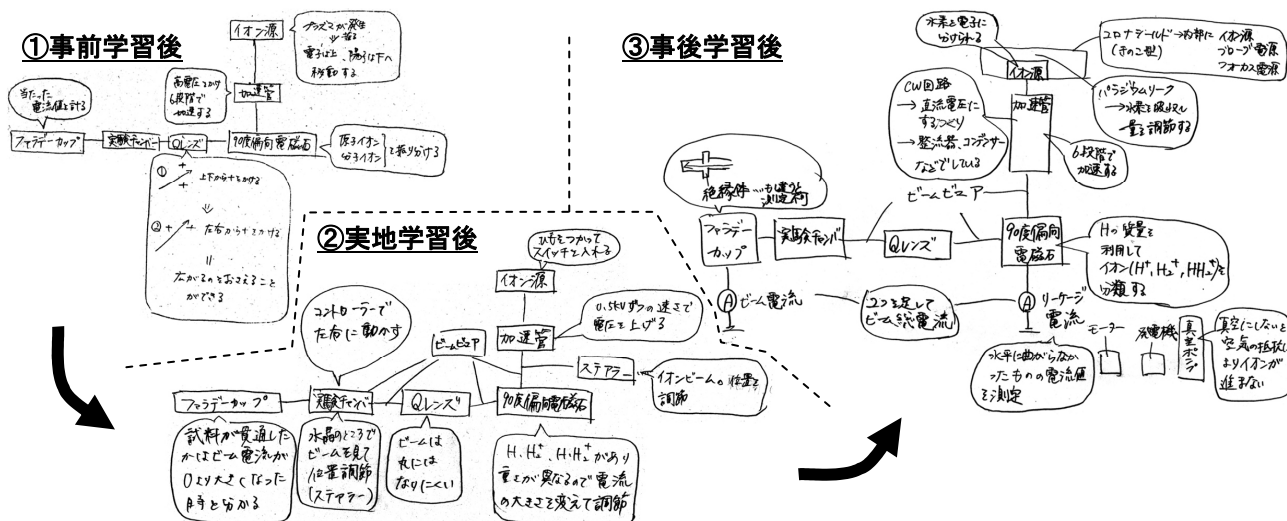
3. 結果

記述されたブロック図の例を図 2 に示す. ここでは, キーワードの位置が全ステップで適切に記されているが, これと同じように全 31 件中 29 件において適切な回答が得られた. また, 概観のみでも分かるように, 事前学習後 (以下①) と比べて実地学習後 (以下②) と事後学習後 (以下③) では, 補助記述や付加記述が詳細化した.

この様なブロック図について, 全生徒分の集計結



【図 1】本実践におけるブレンディッドラーニングの流れ (注: ①~③はブロック図描画のタイミング)



【図2】同じ生徒が各ステップ後に描いたブロック図の例

果を表1に、付加記述も含む詳細な点数構成の推移を図3に示す。この結果の分散分析(①～③の対象は同集団だが、有効回答数が異なるため、繰り返し数の異なる2要因分散分析を用いた)から、各ステップ間では $p<0.01$ で、また各キーワード間では $p<0.05$ でそれぞれ有意差が確認されたが、交互作用に有意差は見られなかった[表2]。多重比較(scheffé法)により、ステップ要因では[－]間と[－]間に、キーワード要因では「イオン源－偏向電磁石」間に有意差が確認された。

4. 考察とまとめ

装置見学後ではあるが、時から既に各キーワードの位置をほぼ全員が正確に記しているほか、高校の物理授業内では履修の初段階であったにも関わらず、物理的知識も交えて記されていることから、事前学習における「導入」や「小実験」の成果が見受けられる。また、[－]間の有意差から、実地での運転実習による全体的な学習の深まりが確認された。だが、[②－③]間で有意差は見られなかった。

ここで、②と③の差異を精査すると、②では補助記述や付加記述が全体的に記されていたのに比べ、③では局所化している。明確な交互作用は見られなかったものの、図3において「加速管」と「偏向電磁石」の得点が逆転したことなどから、実地と事後で異なる質の学習成果があったと推察される。「偏向電磁石」は運転時の中核的操作と関連している一方、

難解なCW回路が関係する「加速管」は、事後の同期型遠隔学習で行った生徒のプレゼン活動で深く採り上げられたため、これらが影響したと考えられる。

以上の結果から、実地における限られた時間内では現物で実体験できる内容を強調し、現物から離れた同期・非同期の遠隔学習時には理論的・概念的な内容を扱うことで、ブレンディッドラーニングを相乗的に機能させながら質の高い高大連携授業の実施が可能であるといえる。

参考文献

- (1) 井上徳之, 毛利衛: “スーパーサイエンススクール”, 数研出版, 東京 (2003)
- (2) OYAMADA, M., FUJIWARA, M., IWASAKI, S. et al.: “A Blended Learning Model on Physics Ex-Class for High School Students Utilizing a Large Experimental Facility at Research University”, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA2007), pp.3717-3722 (2007)

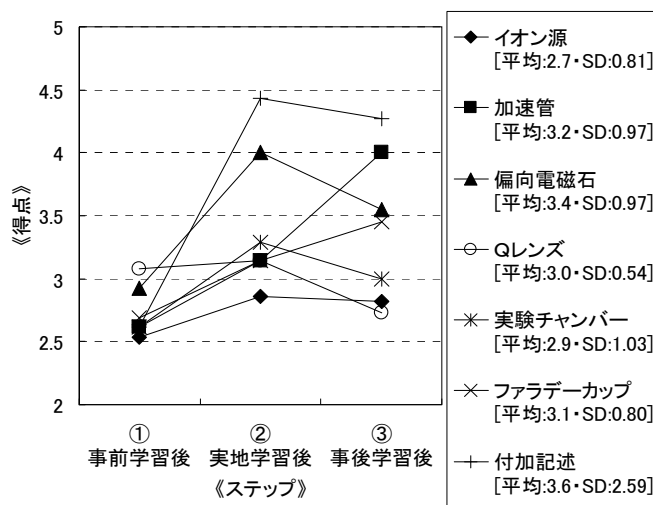
本稿は、筆頭著者が東北大学大学院在学中の実験報告である。

【表1】ブロック図の平均点(30点満点分)

ステップ(n)	平均点	標準偏差(SD)
①事前学習後(13)	16.5	3.03
②実地学習後(7)	19.6	2.77
③事後学習後(11)	19.5	3.82
平均	18.5	

【表2】2要因分散分析の結果(30点満点分)

変動因	P	有意差
ステップ	0.0003	[**] $p<0.01$
キーワード	0.0277	[*] $p<0.05$
交互作用	0.0616	n.s.



【図3】各キーワードと付加記述の点数推移

(注: 各得点は5点満点 [ただし「付加記述」を除く])