

実践的放射線教育「飯舘村実地研修」の事例

栃木県立大田原高等学校 加藤 信行

I はじめに

本校では、1・2年生の希望生徒を対象に令和元年度より福島県相馬郡飯舘村を訪問し、放射線等の測定に関する実習や講義、各種施設の見学及び東日本大震災・福島第一原子力発電所事故の被災地の現状と復興の歩みを学ぶ「飯舘村実地研修」を実施している。認定NPO法人ふくしま再生の会をはじめ、東京大学の溝口勝教授など多くの有識者の方々に講師としてご協力をいただいている。本研修は、毎年10月頃に1泊2日で開催し、令和5年度で5回目となる。実測値に基づく放射線教育を実践することで、参加生徒の放射線に関する理解を深めると共に、正しい知識を身につけることにつながっている。また、研修に参加した生徒が研修成果をまとめ、本校の課題研究発表会、他校の発表会及び学会等での発表を行うことで成果の普及啓発も取り組んでいる。以下では、本研修の放射線に関する実習内容を中心に実践事例を紹介する。

II 飯舘村実地研修の概要

1 研修の目的

福島県相馬郡飯舘村佐須地域を中心に、空間放射線量測定、埋設土壌の放射線測定及び農作物や土壌の放射能濃度測定など、現地で測定実習を実施することで、放射線や土壌除染に関する知識・技能を身につけると共に、各種施設の見学やフィールドワークを通して被災地の現状や復興の歩みを学ぶことを目的とした。

2 参加生徒の推移

参加生徒の人数は図1の通りである。初年度は科学系部活動のスーパーサイエンスクラブ（以下、SSCとする）の生徒を中心に実施してきたが、近年、部員以外の有志生徒の参加が増加している。

図1 参加者数の推移

年度	令和元 (2019)	令和2 (2020)	令和3 (2021)	令和4 (2022)	令和5 (2023)
回	1	2	3	4	5
参加人数 (人)	13	12	11	29	35
内SSC (人)	13	12	11	18	22
内有志生徒 (人)	0	0	0	11	13

3 研修の内容

(1) 事前研修

飯舘村実地研修の事前研修として、放射線の基礎知識や測定方法及び飯舘村で実施しているIoT農業等に関して学ぶ機会を設けている。引率教員からの指導だけでなく、前年度参加生徒による発表や東京大学の溝口勝教授によるオンライン講義など指導内容の充実を図っている。



図2 事前研修（オンライン）

(2) 研修内容

1泊2日で実施している各種研修内容は図3の通りである。図3No. 1～3の測定実習は令和元年度より実施し、毎年、測定データの比較分析を実施している。また、継続参加の生徒に配慮し、年度ごとに訪問先や研修内容を再検討して事業計画を立案している。

図3 5年間での飯舘村実地研修各種活動一覧

No	活動	内容
1	空間放射線測定実習	・ 現地及び道中の空間放射線量の測定
2	埋設土壌の放射線測定実習	・ 田園に埋設した土壌中の放射線量分布測定実験
3	放射能測定実習	・ 放射能測定器を用いて試料（作物・土）の放射能測定 ・ 試料となる農作物の採取体験
4	堆肥製造実習	・ 除染で失われた農地土壌の肥沃度を向上させる目的で地域バイオマスを利用してIoTセンサーでデータを取りながら作った堆肥を見学し、堆肥作りを体験
5	夜間研修	・ ドロえもん放射線クイズ大会 ・ 飯舘村村長及びふくしま再生の会理事長との交流会 ・ 本校OBとの意見交換会 ・ 地学に関する講義及び天体観測の実習
6	施設等の見学	・ 松塚土壌博物館及び長泥ゲート見学 ・ 東日本大震災・原子力災害伝承館見学、フィールドワーク
7	農作業体験	・ 地元農家との交流
8	振り返り学習	・ 2日間の研修の振り返り

III 測定実習の内容

1 空間放射線量の測定

(1) 道中の空間放射線量の測定

本校（栃木県大田原市）から福島県までの道中、車内窓付近に設置した測定器（KIND-pro）を用いてγ線の空間放射線量（ $\mu\text{Sv/h}$ ）を60秒毎に測定し、GPS機能を用いてグラフ（Google My Maps）にマッピングした（図4）。

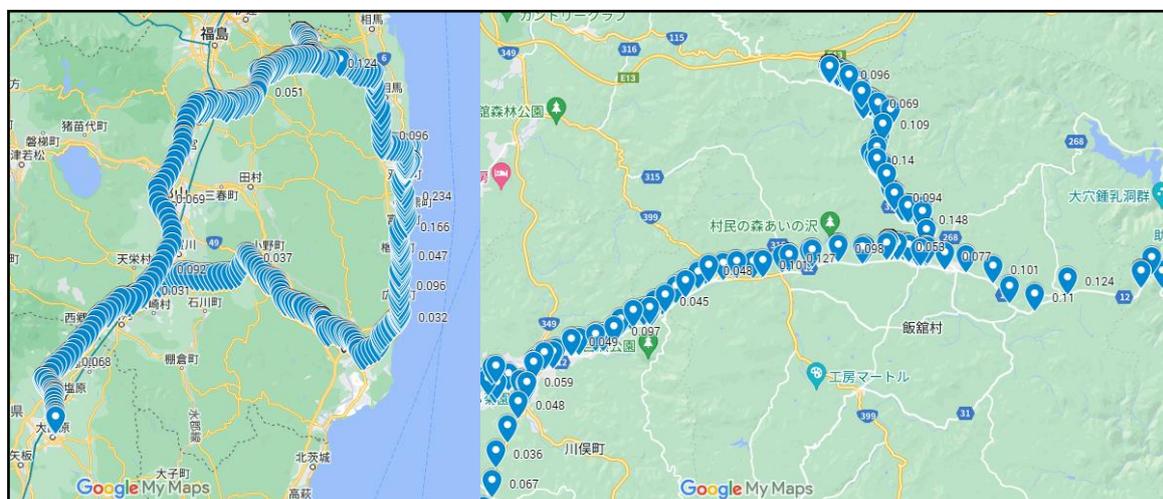


図4 栃木県～福島県及び飯舘村道中の空間放射線量分布（Google My Mapsより作成）

(2) 空間放射線量の測定実習

ふくしま再生の会の方からシンチレーション検出器及びガイガーカウンターの基本的な特徴や性質の違いについてレクチャーを受けたのち、実際に測定器を用いて放射線量の測定を行った。通常、飯舘村の空間放射線量は $0.01\sim 0.1 \mu\text{Sv/h}$ と栃木県内と大きな差異はなかったのに対して、除染されていない箇所では最大空間放射線量が $3.7 \mu\text{Sv/h}$ の数値の場所もあった。

放射線量が高くなる条件の場所を予想して測定を行うことで、放射性物質が溜まりやすい場所や条件に関する理解を深めることができた。また、数値の高い場所から距離をとることで数値が下がることも確認できた。



図5 空間放射線量測定実習

2 埋設土壤の放射線測定実習

溝口教授が実験で使用している測定器を用いて、田園に埋設した主に土壤中の Cs-137 からの放射線による放射線計数率分布測定実験を行った。塩化ビニル管の底を 0 cm として 250 cm までの放射線計数率 (cpm) を測定し、過去の測定結果と比較した。(図6, 図7)

埋設した放射性セシウムが地中を移動し地下水を汚染するののかという懸念に対する実験である。毎年測定している結果(図8)と比較することで埋設された放射性セシウムがほとんど移動しないことを確認することができた。



図6 埋設土壤の放射線測定実習

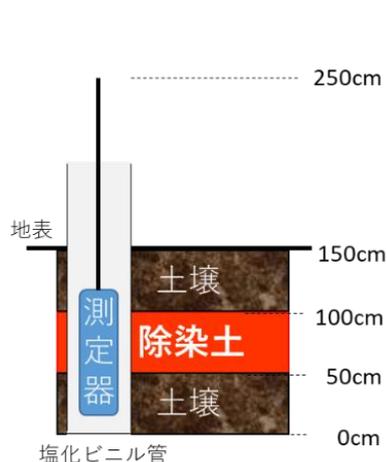


図7 埋設土壤の放射線測定概略図

埋設土壤の放射線測定結果

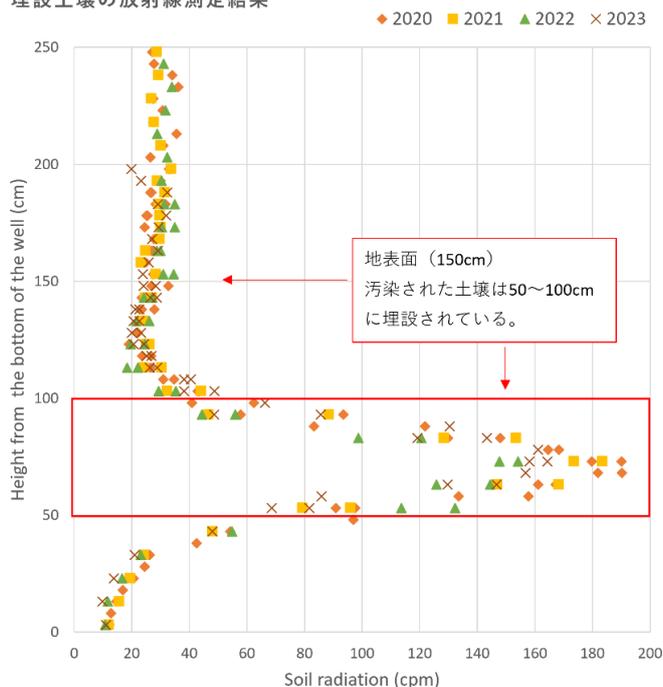


図8 本校生徒の測定結果 (埋設土壤の放射線測定)

3 放射能測定実習

ふくしま再生の会が所有している放射能測定装置（EMF211型 ガンマ線スペクトロメータ）を用いて、講師の方にご指導をいただきながら農作物と土壌のCs-137の放射能濃度を測定する実習を実施した（図9，図10）。現地で採取した試料（米や土壌等）と大田原市から持参した試料のCs-137濃度を測定器を用いて測定して、過年度と数値を比較した。測定結果（図11）より、落ち葉や土など局所的に飯舘村の数値が高くなるものはあるものの、米や大根などの農作物では、いずれも差異がないことを実測値より確認することができた。



図9 EMF211型 ガンマ線スペクトロメータ

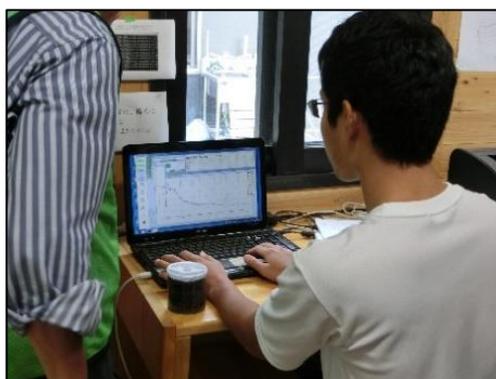
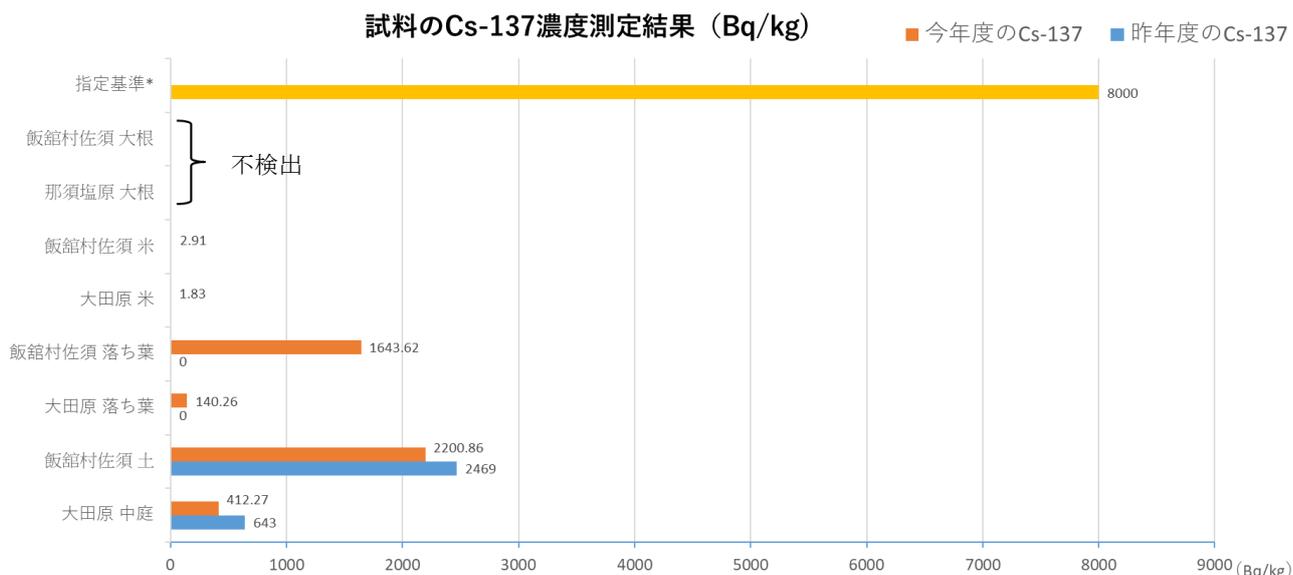


図10 測定器の使用方法の講習の様子



* 放射性物質汚染対処特措法に基づく指定基準（廃棄物を安全に処理するための基準）

図11 本校生徒測定結果（放射能濃度測定 2021年～2022年）

IV 研修の検証

1 参加者の意識変容

(1) アンケート調査の内容

本研修の効果を検証するために、令和5年度の参加生徒35名を対象に、本研修の事前及び事後に放射線等に関する意識調査を実施した。各アンケート項目は図12，図13の通りである。なお、事前アンケートは事前指導前（約研修1週間前）、事後アンケートは研修の翌日に実施した。

図 12 事前アンケートの質問項目

No.	質問項目
1	「中学校までに東日本大震災に関する授業や講話を聴講したことはありますか」 選択肢：①はい ②いいえ
	上記で①の場合→「どのような形式で聴講しましたか。当てはまるものを全て選択して下さい。」 選択肢：①小学校の授業 ②小学校の行事 ③中学校の授業 ④中学校の行事 ⑤保護者等家庭内 ⑥その他
2	「中学校までに放射線に関する授業や講話を聴講したことはありますか」 選択肢：①はい ②いいえ
	上記で①の場合→「どのような形式で聴講しましたか。当てはまるものを全て選択して下さい。」 選択肢：①小学校の授業 ②小学校の行事 ③中学校の授業 ④中学校の行事 ⑤保護者等家庭内 ⑥その他
3	「放射線に関する知識はどれくらいありますか」 選択肢：①十分ある ②ある程度ある ③あまりない ④全くない
4	「放射線の測定技術を身につけていますか」 選択肢：①十分ある ②ある程度ある ③あまりない ④全くない

図 13 事後アンケートの質問項目

No.	質問項目
1	「本研修を通して、東日本大震災・原子力災害に関する理解が深まった」 選択肢：①大いに当てはまる ②当てはまる ③どちらでもない ④あまり当てはまらない ⑤当てはまらない
2	「本研修を通して、放射線に関する知識が身についた」 選択肢：①大いに当てはまる ②当てはまる ③どちらでもない ④あまり当てはまらない ⑤当てはまらない
3	「本研修を通して、放射線の測定技術が身についた」 選択肢：①大いに当てはまる ②当てはまる ③どちらでもない ④あまり当てはまらない ⑤当てはまらない
4	「放射線に関する知識はどれくらいありますか」 選択肢：①十分ある ②ある程度ある ③あまりない ④全くない
5	「放射線の測定技術を身につけていますか」 選択肢：①十分ある ②ある程度ある ③あまりない ④全くない

(2) アンケート調査の分析

まず、東日本大震災及び放射線に関する学習経験の有無に関する調査結果である。事前アンケート No. 1「中学校までの東日本大震災に関する授業等の聴講経験」に関する質問結果（図 14）から、約半数の参加生徒（19 名，54%）が経験していることがわかった。その多くが中学校での授業等で経験していた。また、事前アンケート No. 2「放射線に関する授業等の聴講経験」も東日本大震災に関する聴講経験と同様の結果（図 15）であった。しかし、残りの半数の生徒は未経験もしくは記憶にとどまっていない現状でもある。

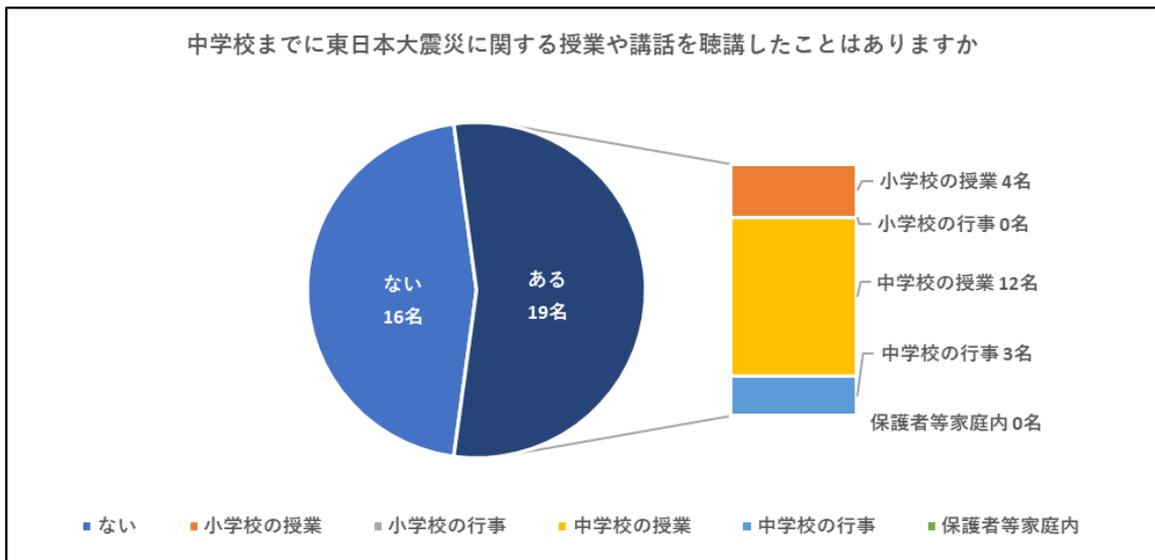


図 14 中学校までの東日本大震災に関する授業等の聴講経験結果

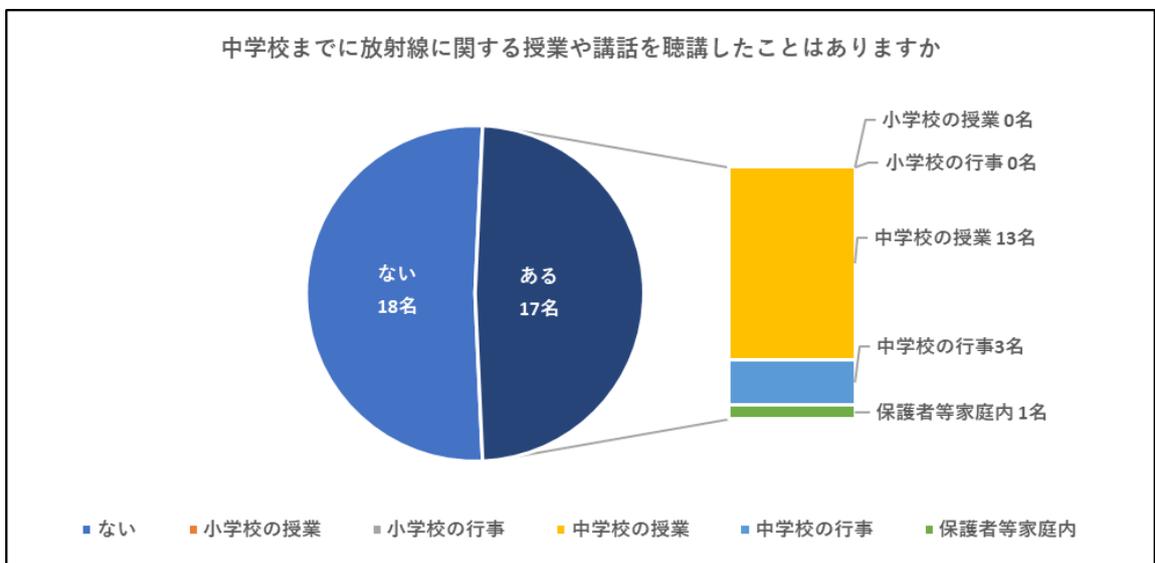


図 15 中学校までの放射線に関する授業等の聴講経験結果

次に、東日本大震災の理解や放射線の知識・技能の習得が本研修を通じてどの程度身についたかを5段階で自己評価する意識調査を実施した（事後アンケート No. 1～3）。図 16 の結果より、いずれの質問でも「大いに当てはまる」・「当てはまる」の好意的な回答が多数見られた。しかし、放射線の測定技術に関する質問では、「あまり当てはまらない」・「当てはまらない」との回答も見受けられるが2日目の研修で堆肥作りに専念した生徒等の回答によるものであった。

図 16 飯舘村実地研修を通じた理解の深化

	東日本大震災・原子力災害に関する理解が深まった	放射線に関する知識が身についた	放射線の測定技術が身についた
大いに当てはまる	25名 (71%)	16名 (46%)	11名 (31%)
当てはまる	9名 (26%)	16名 (46%)	13名 (37%)
どちらでもない	1名 (3%)	3名 (9%)	6名 (17%)
あまり当てはまらない	0名 (0%)	0名 (0%)	2名 (6%)
当てはまらない	0名 (0%)	0名 (0%)	3名 (9%)

さらに、本研修の事前及び事後に同様の質問内容（図12 事前アンケート No. 3・4 及び、図13 事後アンケート No. 4・5）で放射線に関する知識理解と測定技能を4段階で自己評価する意識調査を実施した。

図17、図18より、放射線の知識理解に関する質問では、「十分ある」・「ある程度ある」の肯定的回答が事前アンケートでは16名（46%）であったが、事後アンケートでは27名（77%）と11名（31%）増加した。

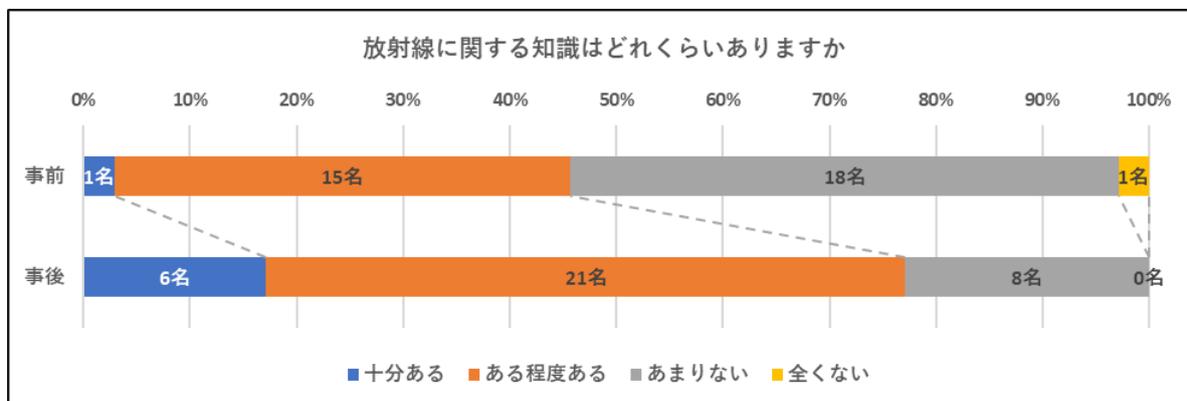


図17 研修前後における放射線に関する知識の意識割合

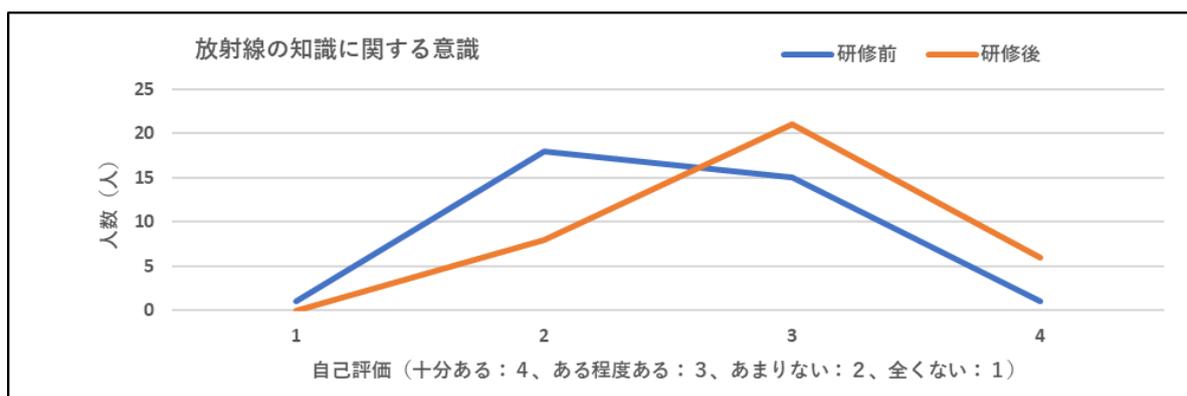


図18 研修前後における放射線に関する知識の変容

また、図19・20より、放射線の測定技術に関する質問では、「十分ある」・「ある程度ある」の肯定的回答が事前アンケートでは7名（20%）であったが、事後アンケートでは21名（60%）と14名（40%）増加し、「全くない」と回答した生徒が大幅に減少していることがわかる。

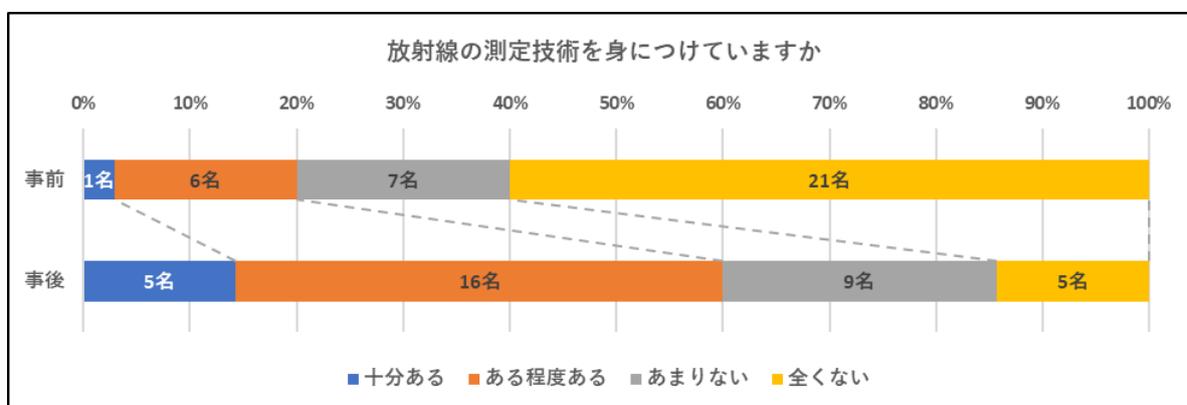


図19 研修前後における放射線に関する測定技術の意識割合

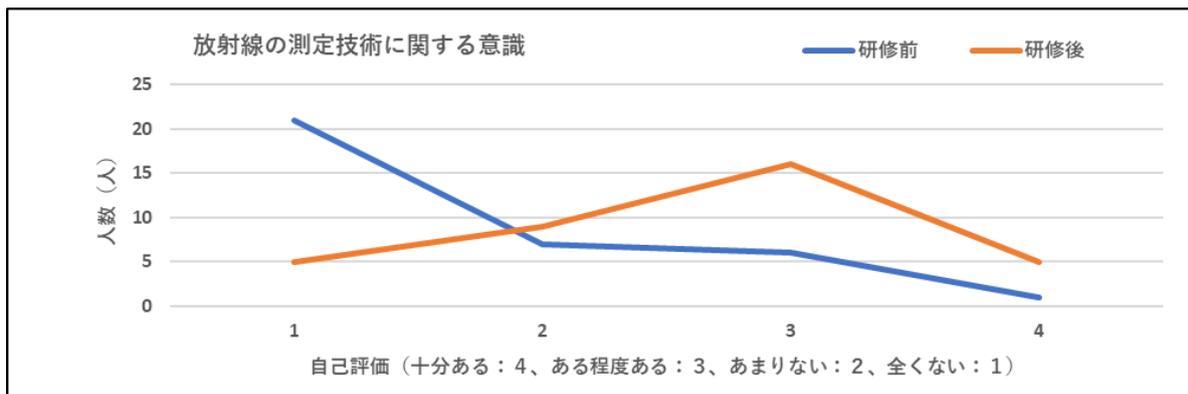


図 20 研修前後における放射線に関する測定技術の意識割合

回答の「十分ある」を4点、「ある程度ある」を3点、「あまりない」を2点、「全くない」を1点として生徒の意識変容を分析した。知識及び技術に関する平均点は、事前アンケートではそれぞれ2.46点、1.63点だったのに対して、事後アンケートではそれぞれ、2.94点、2.60点といずれも高い数値を示した。

また、変化量を比較すると測定技術の習得に大きな成果が見られた。個人毎の知識及び技術の研修前後における変化量を図 21 に示す。知識に関する変化量より技術に関する変化量の方が大きく、知識の変化量が負の値を示す場合でも、技術の変化量で正の値を示す生徒が複数見られた。なお、知識の変容が負となった要因は、自由記述の感想より、今までの知識が不十分であることを、本研修を通して再認識したことが要因であると考えられる。

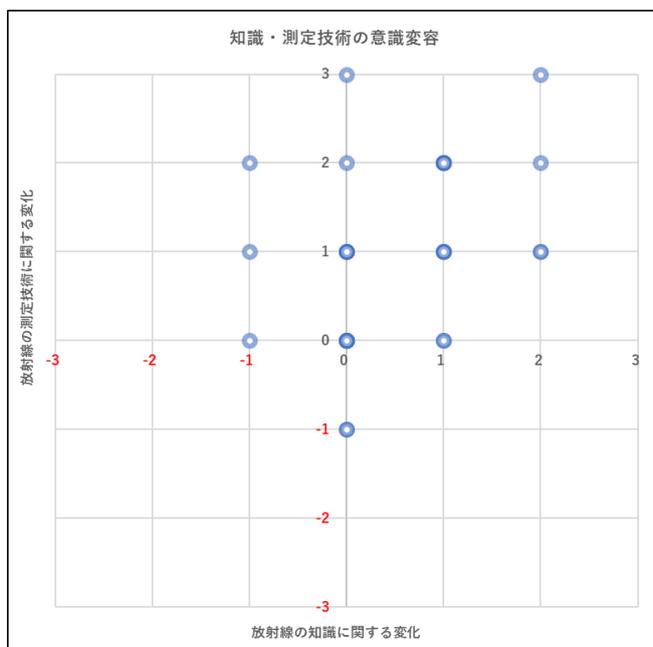


図 21 放射線に関する意識変容の変化量の散布図

最後に、生徒の自由記述（飯舘村実地研修全般の感想）からテキストマイニングを用いた結果を図 22 に示す。「震災」とともに「放射線」のキーワードが文章内で多く記述されており、生徒にとって放射線に関する深い学びにつながったことが伺える。



図 22 テキストマイニングを用いた生徒自由記述の分析結果

2 校外での普及啓発

本事業は本校がSSH指定校令和元年(2019年)度から継続して実施しており、毎年開催されている本校の成果発表会での全校生徒に向けた発表も継続して行っている。また、現地で測定してきたデータ、研修を通して学んだこと及び放射線や飯館村に関する校内アンケート調査の結果を発表資料やポスター(図23)にまとめて、栃木県立栃木高等学校、茨城県立緑岡高等学校及び横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校など他校の発表会で発表する機会を設けた。また、復興農学会に高校生として初めて参加し、研究成果を口頭発表する機会も得ている。さらに、福島県の県立高校2校と復興や放射線に関するディスカッションも実施した。発表会やディスカッションを通して本研修に参加した生徒の放射線等の知識・技術を定着させるとともに、研修成果を他者に伝えることで飯館村の現状や放射線に関する正しい知識を広める活動につながっていると考える。



図23 生徒作成ポスター

V 今後の展望

今回で5年目となった本研修では、放射線に関する基礎知識・技能の習得だけでなく、現地の住民の方々と交流することで福島第一原子力発電所の事故、飯館村の復興へのあゆみや飯館村の新たな課題等、そして、日本が抱えるエネルギー問題や高齢化問題など複合的な課題に対して幅広い視野を育むことができる。本研修の初年度に参加した生徒の中には、大学で専門的に学ぶことを志望する生徒がいるなど進路選択にも繋がっている。

スマートフォン等で簡単に情報を取得できる現代において、正しい知識を自分の目で見て、肌で感じて、実際に確かめることができる放射線の実践的学びの機会が求められていると考える。今後は、地域の近隣校と連携を図りながら本研修を実施し、県全体へと普及させていきたいと考える。

VI 参考引用文献

- ・ 溝口勝(2019).『ドロえもん博士のワクワク教室「土ってふしぎ!？」～放射性セシウムに対する土のはたらき～』。ドロえもん博士と仲間たち. 東宝通信社
- ・ 溝口勝(2020).「たかが1点、されど1点のデーター放射性セシウムを含む埋設土壌放射線の長期モニタリング」. 農業農村工学会大会講演会講演要旨集 2020;241-242 [https://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/PDFs/20/\[3-16\].pdf](https://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/PDFs/20/[3-16].pdf) (2024年5月23日閲覧)
- ・ グーグルマップ・Google MY Maps