

生徒が主役の放射線教育の歩み

郡山市立郡山第六中学校

1 はじめに - 「放射線に向き合う力」を子ども達に

郡山市は、福島県中通り地方の中央に位置し、本校は、福島第一原子力発電所から約 50km 離れた地点にある。2011 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所事故により、福島県土が高濃度の放射能で汚染され、郡山市でも約 $8 \mu\text{Sv/h}$ の空間線量率が測定された。その後、高線量の放射能を含む校庭の表土は校庭に埋められるとともに、除染活動の成果もあって、現在、学校敷地にあるモニタリングポストの値は約 $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 前後まで低下した。本校は、部活動がとても盛んであり、数々の実績を収めてきた。今日もまた校庭と校舎には、練習に励む元気なよい生徒の声が鳴り響いている。福島未来を築く生徒たちに、いかに「放射線に向き合う力」を育成するか、今学校を挙げて早急に取り組まなければならない教育課題である。

2 「めざす福島の生徒像」と「生徒が主役の授業」をめざして

2011 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分、M9 の東北地方太平洋沖地震が発生し、甚大な被害を及ぼした東日本大震災からおよそ 3 年が経とうとしている。その間、ライフラインや交通網が整備され、復興へ向けて着実に前進している。しかし、東京電力福島第一原子力発電所の事故により、福島県土が高濃度の放射能で汚染され、除染活動が遅々として進まない地域も多く、人体への影響が懸念されている。さらには今年になって福島第一原子力発電所汚染水の問題が顕在化し、原発地下汚染水の流出や地上タンクからの高濃度汚染水の漏えいおよび台風による「せき」からの大量汚染水流出など海洋汚染が心配されている。

このような状況の中、「福島未来を築く目の前の子ども達のためにどのように放射線授業を展開しなければならないか」を真剣に考え、実践していく必要がある。その際、放射線の知識だけの伝達では、震災に対して「自ら考え、行動できる福島県民」は育たない。そこで、自ら空間線量率を測定し、他の情報と照らし合わせながら科学的に判断し、共に手を取り合って行動できるように、「めざす福島の生徒像」を以下のように設定した。

自ら放射線量を測定し、
自らデータを分析して判断し、
互いに助け合って行動する生徒



学習指導要領では、中学 3 年理科で放射線の内容に触れる程度にしか扱われておらず、これでは「めざす福島の生徒像」にたどり着けない。そこで、各地に赴いて研修を積み重ね、目の前の子ども達が目を見届ける教材を集め、改良しながら、3 年間を見通した中学校理科における放射線教育計画を作成し、放射線に関する授業プランを練り上げてきた。授業を展開する際、何よりも大切にしていることは、次の 3 点である。これが「生徒が主役の授業」の礎であり、まさしく放射線教育の原点になった。

- ①「見取る」～子ども達の考えを引き出す。
- ②「褒める」～子どもの良さを見つけ出す。
- ③「思いやる」～子どもの心をケアする。



この3点を意識して放射線授業を積み重ねることによって、教師にとっても子ども達にとっても自己達成感を味わいながら、互いに優しさ・温かさを共有し合い信頼関係を築き上げるコミュニケーションの土台となると考えた。その結果、今後震災が発生した際に生徒たちは、「自ら考え行動する福島県民」となって、共に手を携えながら、目の前の困難に対して前向きに乗り越えることができると確信している。

3 郡山六中発信！放射線教育理科実践 — 放射線を科学的に探究する力を育てる —

**【実践1】 放射線量の測定技能・データ分析力・科学的な判断力を身に付ける
中学校理科放射線教育指導計画の作成**

(1) 放射線教育で身に付けたい力

- ① **環境モニタリング力** → 自ら放射線量を正確に測定する力
- ② **データ分析力** → 放射線量の変化に気づき、放射線量のデータを分析する力
- ③ **科学的な判断力** → 科学的な根拠に基づく情報を選択し、判断する力
- ④ **リスクコミュニケーション力** → 放射線被ばくを少なくするため、科学的事実に基づいて本音で話し合い、互いに理解し合う態度

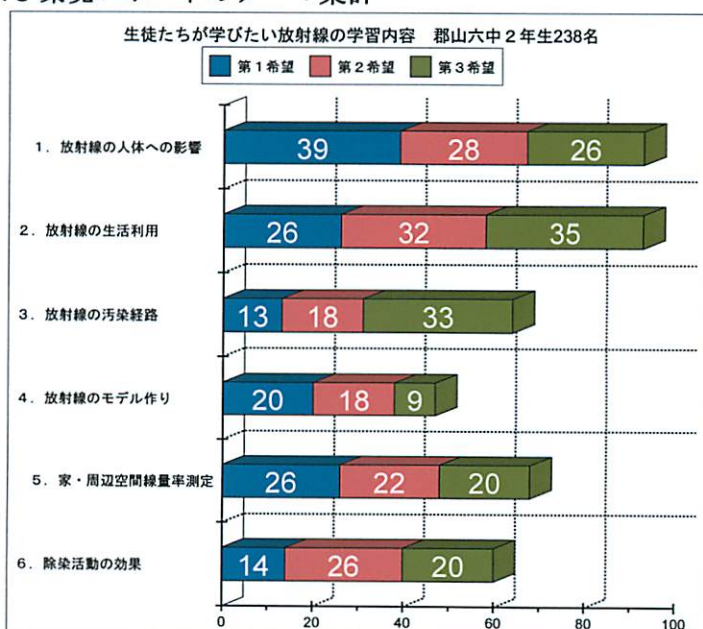
(2) 放射線教育指導計画の特徴

- ① 中学校3年単元「自然と人間」以前に1年から関連ある単元で放射線教育を行う。
- ② 毎日測定している放射線量データを活用し、科学的な分析力を身に付ける。
- ③ 知識の伝達ばかりでなく、実験や放射線量計測、モデル製作、原発事故検証なども取り扱う。
- ④ 総合的な学習の時間（放射線の人体への影響・放射線防護対策など）とリンクさせて実施する。
- ⑤ 放射線教育に貢献した科学者の実績を紹介するなど、科学的な取り扱いを行う。
- ⑥ 放射線授業は、「知識」＋「観察・実験」＋「事実」の3本柱で構成する。

【実践2】 放射線に対する生徒の関心を把握し、生徒が学びたい放射線の学習内容を授業に取り入れ、科学的な表現力を高める環境レポートの作成

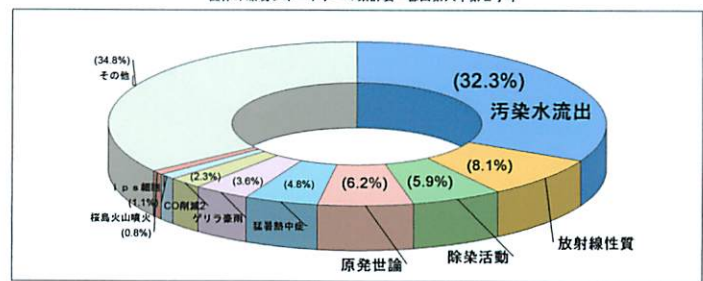
(1) 生徒が学びたい放射線の学習内容調査および環境レポートのテーマ集計

夏休み前に、生徒が学びたい放射線の学習内容をアンケート調査したところ、「放射線による人体への影響」が最も73%と最も多く、生徒たちの日常生活において放射能汚染に対する不安を隠せないことがわかった。また、夏休み環境レポートのテーマを集計すると、福島第一原発汚染水問題が32%と最も多く、除染活動や原発に関する世論、放射線知識を含めると約50%を超えた。そこで、汚染水対策の経過および地上タンクの材質と厚さの問いを切り口にして、金属板や水、土壌による放射線の遮へい実験を選択させ、結果を分析・解釈しながら、どの材質が最も遮へい効果があるか、科学



的に探究する授業を行った。予想としては「放射線の透過力」の図表を学んでいるので、水が最も遮へいすると誤概念を抱いている生徒が多い。そこで1 cmの水槽を1槽・2槽…と重ねながら水による遮へい実験を行うことによって、水は金属より遮へい効果がないことをBコースの実験で確認することにした。

夏休み環境レポートテーマ集計表—郡山第六中第2学年



(2) 生徒の科学的な表現力を高める環境レポートの作成

- ① 環境に関する新聞記事やインターネット情報を環境レポート用紙に貼り付ける。
- ② 記事や資料を読んで、重要と思われる文章の部分にサイドラインを引く。
- ③ サイドラインの文章をまとめる。
- ④ キーワードについて自分なりに調べる。
- ⑤ 環境レポートを作成しての感想を書く。

なお、①～⑤を基本とし、さらに時間をかけて内容を充実させたい場合は、インターネット情報の追加やキーワードの詳細な説明、主張、図表の作成やカラーペンの活用などによるレイアウトの工夫など、表現の観点を環境レポートの上部に掲げ、推奨している。

生徒が夏休みに作成した環境レポートを点検すると、キーワードをカラーペンで書いて見やすくしたり、新聞で公表されたデータをグラフで表したりするなど、とてもわかりやすい力作の環境レポートも多く見られた。優秀な環境レポートは、冬休み環境レポート作成の見本として、理科室の背面黒板に掲示し、閲覧できるようにしてある。

理科環境レポート(他) 学年: 番号: 氏名:

◆◆◆ 理科環境レポートのわらい ◆◆◆

環境問題や環境保全活動など、環境に関する内容について新聞や資料などの情報を集め、環境レポートにまとめてみよう。

【配点】 □題意 □内容の整理 □図表 □語彙 □まとめ □感想 □主張 □図表 □4(7) □付録

環境レポート テーマ	レポート 作成期間	7月26日 ～	8月25日
<p>中期放射線量の減、土壌に移行</p>	<p>レポート作成期間</p>	<p>7月26日</p>	<p>8月25日</p>
<p>早期に除染を 国川内村長ら に求める</p>	<p>レポート作成期間</p>	<p>7月26日</p>	<p>8月25日</p>

【実践3】 金属板や水、土壌による放射線の遮へい実験を行い、結果を分析し解釈させ、科学的に探究する授業の実践

(1) 科学的に放射線を探究するコース別遮へい実験

放射線を科学的に探究する第一歩は、放射線量の測定である。福島第一原子力発電所の汚染水を貯蔵する地上タンクが鉄鋼製で側面壁の厚さが12mmしかないことから、生徒たちは、「地上タンクから放出される放射線は高くないの？遮へいされるの？」と驚きを隠せなかった。この事実を授業の切り口にして、他の金属板では遮へい効果はどうか（Aコース）。水は遮へい効果が高いのか（Bコース）。校庭に埋められている放射線量の高い表土から放出される線量は安全なのか（Cコース）という疑問が出され、次の3コースの遮へい実験の探究課題を設定し、最も興味のある実験を選択させることにより、探究意欲を高めた。

- ① Aコース：金属板（鉛・鉄・アルミニウム）と水によるβ線またはγ線の透過線量の測定
- ② Bコース：水の厚さによるγ線の透過線量の測定
- ③ Cコース：線量のやや高い土壌の深さによるβ線またはγ線の透過線量の測定

(2) 自分たちが得たデータを基に科学的に分析・解釈

実験課題 金属や水、土による放射線の遮へい効果を確認めよう

	Aコース: β線・γ線 鉛・鉄・アルミニウムと水による遮へい実験	Bコース: γ線 水の厚さによるの遮へい実験	Cコース: β線・γ線 土壌の深さによるの遮へい実験																																																																																												
題 実 験 装 置																																																																																															
実 験 結 果	<p>線源正味の値=線源-B.G.=1.11-0.09=1.02μSv/h</p> <table border="1"> <tr> <th>水槽・金属板1cm</th> <th>H₂O</th> <th>Pd</th> <th>Al</th> <th>Fe</th> </tr> <tr> <td>測定値 [μSv/h]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1回目</td> <td>1.15</td> <td>0.35</td> <td>0.89</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>1.10</td> <td>0.39</td> <td>0.87</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>1.08</td> <td>0.38</td> <td>0.83</td> <td>0.69</td> </tr> <tr> <td>合計 [μSv/h]</td> <td>3.33</td> <td>1.12</td> <td>2.59</td> <td>2.11</td> </tr> <tr> <td>平均 [μSv/h]</td> <td>1.11</td> <td>0.37</td> <td>0.86</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>正味の値 [μSv/h]</td> <td>1.02</td> <td>0.28</td> <td>0.77</td> <td>0.61</td> </tr> </table>	水槽・金属板1cm	H ₂ O	Pd	Al	Fe	測定値 [μSv/h]					1回目	1.15	0.35	0.89	0.72	2回目	1.10	0.39	0.87	0.70	3回目	1.08	0.38	0.83	0.69	合計 [μSv/h]	3.33	1.12	2.59	2.11	平均 [μSv/h]	1.11	0.37	0.86	0.70	正味の値 [μSv/h]	1.02	0.28	0.77	0.61	<p>線源正味の値=線源-B.G.=1.12-0.10=1.02μSv/h</p> <table border="1"> <tr> <th>水の厚さ</th> <th>アクリル容器</th> <th>水2層 厚さ2cm</th> <th>水4層 厚さ4cm</th> <th>水6層 厚さ6cm</th> </tr> <tr> <td>測定値 [μSv/h]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1回目</td> <td>0.19</td> <td>0.15</td> <td>0.19</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>2回目</td> <td>0.17</td> <td>0.21</td> <td>0.19</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>3回目</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> <td>0.15</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>合計 [μSv/h]</td> <td>0.56</td> <td>0.56</td> <td>0.53</td> <td>0.52</td> </tr> <tr> <td>平均 [μSv/h]</td> <td>0.19</td> <td>0.19</td> <td>0.18</td> <td>0.17</td> </tr> <tr> <td>正味の値 [μSv/h]</td> <td>0.09</td> <td>0.09</td> <td>0.08</td> <td>0.07</td> </tr> </table>	水の厚さ	アクリル容器	水2層 厚さ2cm	水4層 厚さ4cm	水6層 厚さ6cm	測定値 [μSv/h]					1回目	0.19	0.15	0.19	0.15	2回目	0.17	0.21	0.19	0.18	3回目	0.20	0.20	0.15	0.19	合計 [μSv/h]	0.56	0.56	0.53	0.52	平均 [μSv/h]	0.19	0.19	0.18	0.17	正味の値 [μSv/h]	0.09	0.09	0.08	0.07	<p>表土の空間線量率</p> <table border="1"> <tr> <th>高線量土壌の深さ [cm]</th> <th>表土の空間線量率 [μSv/h]</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0.752</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.401</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.290</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0.233</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>0.198</td> </tr> </table>	高線量土壌の深さ [cm]	表土の空間線量率 [μSv/h]	0	0.752	2	0.401	4	0.290	6	0.233	8	0.198
水槽・金属板1cm	H ₂ O	Pd	Al	Fe																																																																																											
測定値 [μSv/h]																																																																																															
1回目	1.15	0.35	0.89	0.72																																																																																											
2回目	1.10	0.39	0.87	0.70																																																																																											
3回目	1.08	0.38	0.83	0.69																																																																																											
合計 [μSv/h]	3.33	1.12	2.59	2.11																																																																																											
平均 [μSv/h]	1.11	0.37	0.86	0.70																																																																																											
正味の値 [μSv/h]	1.02	0.28	0.77	0.61																																																																																											
水の厚さ	アクリル容器	水2層 厚さ2cm	水4層 厚さ4cm	水6層 厚さ6cm																																																																																											
測定値 [μSv/h]																																																																																															
1回目	0.19	0.15	0.19	0.15																																																																																											
2回目	0.17	0.21	0.19	0.18																																																																																											
3回目	0.20	0.20	0.15	0.19																																																																																											
合計 [μSv/h]	0.56	0.56	0.53	0.52																																																																																											
平均 [μSv/h]	0.19	0.19	0.18	0.17																																																																																											
正味の値 [μSv/h]	0.09	0.09	0.08	0.07																																																																																											
高線量土壌の深さ [cm]	表土の空間線量率 [μSv/h]																																																																																														
0	0.752																																																																																														
2	0.401																																																																																														
4	0.290																																																																																														
6	0.233																																																																																														
8	0.198																																																																																														
分 析 ・ 解 釈	<p>考察</p> <p>鉛→鉄・アルミニウム→水 鉛が1番遮へいすることができる。 鉄とアルミニウムの結果はほぼ同じ 水は1番遮へい効果がない。</p>	<p>考察</p> <p>水は放射線を遮へいする効果があまりない。 (水の厚さ6cm以下では)</p>	<p>考察</p> <p>約2.1cm土壌が深くになると放射線量が半分になる ◎50cm下に校庭の表土が埋められているので安心。</p>																																																																																												

(3) 科学的思考力・表現力を向上させる思考の練り上げ (Oneself → Pair → Group → Team → All)

- ①Oneself: まず、自分なりの考えをワークシートや「学びのノート」に鉛筆で書き込む。
- ②Pair: 次に隣の人とともに2人で考えを聞き合い取り入れ、互いに赤ペンで修正する。
- ③Group: 2つのPairが合体し、4人で考えを出し合い青ペンで修正する。次に班としての考えをホワイトボードにまとめる。
- ④Team: 同じ考えのホワイトボードを黒板に貼り付け、お互いに考えを確認し反論し合う。
- ⑤All: 発表を聞き合いながら、どの考えがより科学的な根拠に基づいているか、どの班の表現が分かりやすいかを自分で判断する。



Oneself: 自分の考えを書く



Pair: 相手の考えを取り入れる



Group: 互いの考えを出し合う



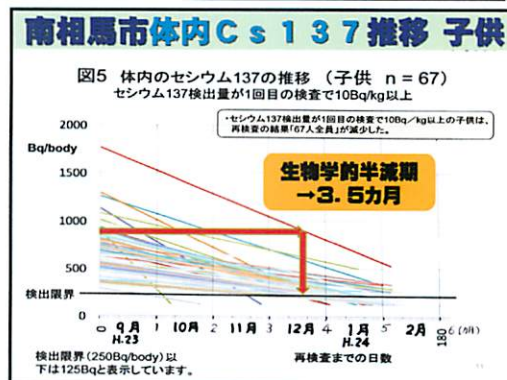
All: ボードにまとめる

なお、「思考の練り上げ」のステップは、今後震災があったときに、共に手を取り合い、震災に立ち向かおうとするリスクコミュニケーションの基本パターンとなる。つまり、震災が発生したときには、ただじっと支援を待つばかりでなく、隣の家の人と話し合い、次は近所数件が集まって話し合う。そして次は隣組など行政班単位で話し合っ、避難や防災方法を考えていく必要がある。今回の東日本大震災のような大災害では、国および行政からの支援が届くのは早くても3日以降である。それまでは、自分たちの力でコミュニケーションしながら、目の前の災害に対して立ち向かい対応していかなければならない。

【実践4】 養護教諭とのTT授業を展開して、放射線による人体への影響と防御について理解を深めた授業

(1) 南相馬市ホールボディカウンターデータの考察

福島第一原発事故が起きた年に、福島県内で早くからホールボディカウンターの測定した南相馬市のデータを使って、体内に蓄積された放射能の生物学的半減期を求めた。右図のグラフから約3.5カ月であり、放射性セシウム137の物理的半減期30年よりきわめて小さい。人体の排出機能の素晴らしさとともに、今後は、外部被ばくとともに食物などによる内部被ばくに注意することが大切であることを確認した。



(2) 生活の中で内部被ばくから体を守る方法

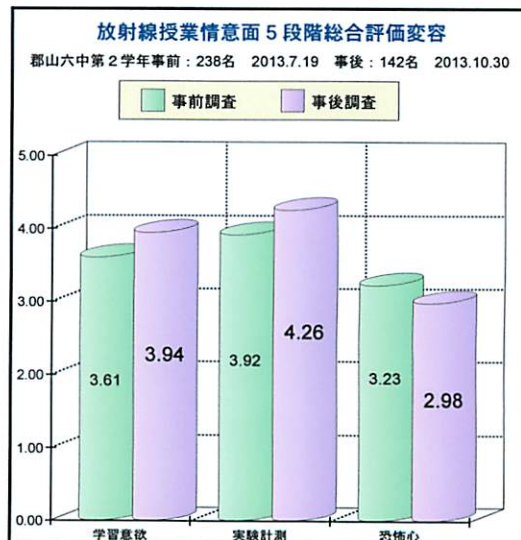
生徒たちが放射線授業で最も学びたい内容は、放射線による人体への影響と防御法である。そこで、生徒の健康管理の啓発活動を行い、より専門的な研修を受けている養護教諭と Team Teaching 授業を行った。理科教諭から放射線による細胞のDNA損傷及び修復・細胞死また変異細胞・がん細胞の発生過程について説明し、次に養護教諭から変異細胞を除去するためには「免疫力」を高めることが最も大切であることを、掲示物を駆使して説明して頂いたので、生徒達は真剣になって聞いていた。また、放射線から自分の体を防御する方法として「バランスの良い食事・十分な睡眠と休養・適度な運動」がとても重要であることがわかり、生徒自身の日常生活を見直すきっかけとなった。



(3) 放射線授業を終えて一生徒たちからのアンケートおよび感想から

放射線授業について、情意面の変容調査を5段階総合評価で行ったところ、「放射線学習への意欲」は 0.33, 「放射線の実験意欲」は 0.34 と上昇し、観察・実験を含む放射線学習の有効性が読み取れる。しかし「放射線への恐怖感」は 0.27 と下降した。この理由として、放射線を知らない恐怖感よりも放射線を正しく理解しての恐怖感へ変容が見られた。今後、放射線による人体への影響について、甲状腺がんなども含め発達段階に応じた情報提供が求められる。次に、授業について生徒たちの感想を紹介する。

- 放射線の遮へい実験を行ったのでわかりやすかった。
- 計測器を借りて自分の家でも放射線を測ってみたい。
- 養護の先生の話聞いて夜ふかしはやめようと思った。



4 充実した全校生「放射線パネルディスカッション」の開催 — 生徒の声に応える

今年10月下旬に、総合的な学習の時間を活用して、全校生「放射線パネルディスカッション」を開催した。昨年は、大学の先生を招へいし、放射線についての講義を全校生で視聴した。しかし、放射線についての基礎的な内容を中心にお話をいただいたものの中学生にとっては難しかった。また日頃、放射線で不安に思っていることも質問できず、十分な成果が上げられなかった。そこで今年は、生徒の質問に対して専門家が応えるような対話式で進める全校生「放射線パネルディスカッション」を企画し、JAEA日本原子力研究開発機構福島環境安全センターの絶大な協力のもとで実現した。事前に各学年毎2名選出して質問をとりまとめ、JAEAに送り、下記のように質問が多岐にわたるため、当日は5名の専門家がPower Pointを駆使して、中学生にもわかるようにていねいに説明していただいた。またフロアからも積極的に質問がなされ、1時間があっという間に過ぎた。その後、「放射線パネルディスカッション」に対するアンケート調査を行うとともに、新たに出てきた質問に対して、再びJAEAの専門家に紙面で応じていただいた。



〈生徒の質問に対して専門家からていねいに説明していただいた内容〉

- 大丈夫、大丈夫と言われている福島の食べ物は、本当に人体への影響はないのでしょうか。
- なぜ、食品によって放射線物質の基準値が異なるのですか。
- 福島第一原発から高濃度汚染水が海へ流出すると、海に生物にどのような影響が出てきますか。
- 放射線による甲状腺がんについて、どのような基準値が設けられているのですか。また、放射線による甲状腺がんの現状を教えてください。
- 放射能の半減期が長い放射線物質（Cs137）は、人体にどのような影響がありますか。
- 福島第一原子力発電所で貯蔵されている高濃度汚染水は、どのような方法で処理することが最適だと思いますか。また、福島第一原子力発電所の汚染水に対する東京電力および国の対策を教えてください。また、現段階でどの程度進んでいるのですか。

5 あとがき — 私たちの使命

放射線研究授業の導入で、生徒が夏休みに書いてきた環境レポートを発表し次のような感想を述べた。

『人の生活が豊かになるように作られたものが、今、人の生活を苦しめるというのは、やはりおかしいと思います。原発を作ることは悪いとは思いませんが、作る時はリスクや安全性を考え、絶対安全だと言えるものだけを作ってほしいです。汚染水の記事を見ると、汚染水漏れの原因が後日になって書いてあります。確かに事故原因を探るのも大事ですが、被害が拡大しないように、もっと早く対処すべきだと思います。(以下省略)』

今後、福島県を担う子ども達。放射能と否が応でもつき合わなければならない子ども達。そんな子ども達が大人になっても、放射線を正しく理解し、正しく怖がり、正しく原子力発電所の行く先を考えられるように、真剣になって今、小中高を見通した放射線授業を積み重ねていくことが、私たちに課せられた使命ではないだろうか。

(文責 佐々木 清)