



3.3 小学生における放射線教育 Radiation Education in Elementary School

播磨良子 (Yoshiko Harima)

(株)CRC総合研究所

東京都江東区南砂2-7-5

松田照夫 (Teruo Matsuda)、大竹茂宏 (Shigehiro Ootake)

東京都練馬区立光が丘第四小学校理科教諭

東京都練馬区光が丘7-2-1

池田正道 (Masamichi Ikeda) [日本原子力文化振興財団の派遣講師]

社団法人日本アイソトープ協会

東京都文京区本駒込2-28-45

要旨

平成7年度から東京都練馬区光が丘第四小学校の5、6年が理科の時間に簡易放射線計測器「はかるくん」を用いて小学校校内及び周辺の自然放射線を測り、身の回りに自然放射線があり、高い所や低い所があり零の所はないことを実験を通じて学んでいる。食物を撮ったイメージングプレートで食べ物からも放射線が出ていることを知る。霧箱でアルファ線の飛跡も観察している。この体験授業は、予備知識がなく好奇心の旺盛な時代に自然放射線の存在を素直に認識するために非常に有効である。さらに、子供たちの家族にも理解が広まり相乗効果がある。

Radiational education in elementary school [The Lessons to Measure Natural Radiation] ABSTRACT

Lessons to measure natural radiation have been given at the fourth elementary school of Hikari-gaoka, Nerima-ku, Tokyo, for three years.

The Method of Lessons: After hearing a brief explanation about natural radiation and usage of a simple instrument of gamma ray named "Hakaru-kun." by a lecturer (Fig.1), every child participates to measure dose rate at several measured points within the range of school campus (Figs.5 ~14). They calculate the average value of measured dose rate (Fig.2) and affix tags written the average value (Fig.3). In addition, by looking at the photographs, through the imaging plate, of radiations released from vegetables and pork, they are surprised at the fact that all the food have such activities.

Finally, they watch marks of alpha particles released from the ore of samarskite in a cloud chamber. The alpha particles fly in alkohole vapor oversaturated cooled with dry ice (Fig.15). They express their impression of lesson for finding out the existance of natural radiation in their reports (Table 1 and Fig.4).

1. はじめに

高校生が修学旅行中『はかるくん』という簡易放射線計測器で場所場所での自然放射線の変化を測定しているという話をしたところ、当時の小学校長に『小学生に自然放射線が測れますか』と聞かれたのがきっかけとなり、東京都練馬区光が丘第四小学校で平成八年の三月に、同校ではじめての放射線の授業が環境教育の一環として理科の2時間の授業で6年生の3組に行われた。

「開かれた学校」に向けた取り組みが全国で進められているが、東京都練馬区でも数年前から「地域に根差した教育」を目指して、その地域に在住する人材を学校の裁量で招き、人材のノウハウを生かす特別な授業を行っている。校長先生は『小学校では目に見えな

いものは教えられないのですが、「地域に根差した教育」としてお願いします。』と話された。播磨は小学校の西隣の高層住宅に住んでおり、運動場で元気よく走り回る子供たちを毎日ベランダから眺めている。小学校の先生の中にも、原子力反対の人がおられ、転居して1年余りの播磨には周辺の人々の考えが分からず、どのような対処を必要とする問題が起こるか予想もつかなかった。

授業を始めるに当たり、問題の対応のできる後ろ盾のある日本原子力文化振興財団の派遣講師の制度を利用して、放射線の授業は子供の扱いに習熟した派遣講師にお願いした。授業の始めに「はかるくん」の使い方の説明を聞き、学校内の自然放射線を測る、測定結果を付箋に書いて校内の大きなマップに貼る。最後に感想を書く。最初の年は、30分余り、子供たちは「はかるくん」で校内好きな所を測って回った。二年目は「はかるくん」の測定に加えて、イメージングプレートで撮られた野菜や豚肉などの食べ物からも放射線が出ている様子をOHPで見る。三年目は、さらにアルファ線の飛跡を霧箱で見る。

授業の終わる前に記録用紙に授業の感想を書いてもらい、それをお借りして、レポートにまとめている。この体験授業を通じて、小学生の理解度に応じた内容を検討したり、理解の深まる説明の言葉を搜したり改善を重ねている。また子供むきの簡単な放射線の説明がしてある「放射線探偵団」やキュリー夫妻のラジウム発見100年に当たり、キュリー夫妻の伝記が日本アイソトープ協会で刊行された。

次章から、小学校の対応や、授業の内容、今後の問題を項目ごとにくわしく述べる。

2. 小学校側の対応

放射線の授業を始めるに当たり、平成7年暮れ校長と理科担当の先生と話し合いを持った。その前に放射線計測協会から身の回りの放射線に関係のあるパンフレットをいくつか送って頂いたがそれらは皆小学生には難し過ぎるものばかりであった。先生方と小学生で理解できること、子供の興味を持ち方、授業の進め方等を話し合った。理科の先生は、最初新しい授業に尻込みしておられたが、いろいろ資料を差し上げて冬休みの間に勉強していただいたところ、段々乗り気になってこられた。小学校のこの体験授業には小学校の先生方の子供へ対応のご経験が生かされている。例えば、”実験：身近な場所の放射線を測る”の記録用紙の形式がある(表1)。「はかるくん」の測定は3回測って合計と平均を計算する。(注：高校生は10回測っているそうだが、小学生ではとても10回の繰り返しは無理ということだった)又、子供たちに「はかるくん」の値段をあてさせるのも理科の先生の発案である。今の子供たちは、ファミコンに親しんでいるので、興味を引き出す手段と、高価なものは慎重に扱うことに役立つということであった。授業の終わりには『「はかるくん」で測って”0”だった人は手を上げて』と問いかける。誰も手を上げない。『何処にでも放射線があるのがわかったね』と授業をしめくくすることで、この授業の一番の目標を徹底する――等等。授業のあと、校長先生からは『子供たちがこんなに大喜びした授業は初めて』と評価していただいた。

小学校では、一人一人に実験器具を使わせてもらうような授業はないということで、普段、おとなしくて、活発な子の影にかくれていたと

実験： 身近な場所の放射線を測る
(「はかるくん」測定値)

測定場所		理科室	校庭	石がき	プールの水の上	トイレ
測定回数	1	0.044	0.019	0.080	0.022	0.054
	2	0.041	0.020	0.081	0.020	0.058
	3	0.042	0.019	0.080	0.023	0.060
合計		0.127	0.058	0.241	0.065	0.172
平均		0.042	0.0195	0.08	0.022	0.057

わかったこと・質問したこと
放射線量は、身近にあることが分かった。
放射線量は、こえるものがあたり遠くへ行くと、少なくなったりすることか分かった。
放射線量はふきそくに付いて、アルコールの気体をふきかきかいてみる放射線の通ったおとが見れた。とてもおもしろかった。

測定番号: _____ 測定年月日: _____
測定者氏名: _____ 平成10年11月5日
6年 組 _____ 天 黒 晴 (晴れ時々曇り)

Table 1 : 記録用紙

思われる子が嬉しそうな顔で測定していたのが印象的だった。又、放射線については予備知識がなく、全員同じスタート台にだった授業であるため、子供一人一人の個人の能力が試される授業でもある。これらが原因となって、緊張感のある授業になるのかも知れない。主事さんの一人が『トイレを掃除していたら、生徒さんが放射線の測定に入ってきて、トイレに放射線がいっぱい出ているって教えてもらいました。身の回りに放射線がいっぱい出ていると知りませんでしたので良い勉強をさせて頂きました。』とお礼を言われた。原子力反対の先生からも父兄からも反対の声は無かった。記録用紙は、預かって帰り、この新しい授業の結果をまとめ、子供たちの小学校時代の思い出に、また子供たちのご両親にこの授業をご理解いただく為に、レポートを作成することにした。現在のレポートの形式は校長先生のご提案で子供たちに呼びかけるように”「はかるくん」で自然放射線を測ってわかったこと”、”考えよう”、”しらべよう”、”答”、”比べてみよう”、”おぼえておこう”、”わかったこと、質問したいこと”が構成された。同じ場所を複数の子どもが測っている場合、平均値を記載し測定結果には括弧の中にクラス名を入れた。『これは子供たちが喜ぶますよ』と校長先生。レポートは記録用紙と共に子供たちに返され、関心のある人にも配られている。放射線をどのくらいあびると死ぬのかなという質問には、教頭先生の助言があった。――死ぬことはないという表現がよいということだった。

「理科室に1年間いたとして受ける放射線の量の2万倍の放射線を一度に全身に受けないと死ぬことはない。同じ量の放射線を体の一部に受けても死ぬことはない。

本授業のように校長の裁量で行われる授業では、先生の異動の激しい小学校で継続していくために、普段から小学校の行事へ参加、歓迎されるような奉仕活動を通じて人間関係を構築することが重要である。

平成8年校長先生も理科の先生も他校へ転勤されたが、申し送り、新しく来られた校長と理科担当の先生のもとで自然放射線を測る授業は継続された。両先生に授業を理解して頂くため、授業内容や子供たちの反応、他の職員、父兄の反応等お話し、ご理解頂いた。理科の先生には資料をお届けしながら放射線に関係のあるお話をしたり、先生が担当しておられる栽培委員会を手伝って先生や子供たちと信頼関係を高めた。

3年目は、放射線計測協会のお勧めで霧箱を加えた。計測協会の職員から霧箱の作り方の講習を受け、理科の先生とご一緒に小学校で練習してみた。『これは子供がすごく喜びますよ』とご自分でも試みて同僚に見せたりしておられた。この年の夏休みには、3月に実験した6年生でもっとやりたいと言っていた10数人が自由研究に光が丘の周辺の自然放射線の測定を行った。11月の授業から受け持ちの先生も授業に参加されるようになり、他の先生方も霧箱は初めてと見て下さるようになった。子供たちと一緒に「はかるくん」をもって走り回っておられる先生、霧箱を子供たちと歓声挙げて見ておられる先生の姿を拝見して、やっと定着してきたなという感触を掴んだ。この授業の様子や子供たち取材したナショナルピーアールの記者が当社の”ENERGY for the FUTURE”に「小学生、放射線を測る、学校と専門家が模索する新たな教育」¹⁾という見出しで掲載している。また、三菱重工業株式会社、原子力PA推進センターの”あとむばわー”に「僕ら放射線探偵団」²⁾として授業が紹介されている。

4年目は理科担当の先生の交代があり、新しい理科の先生には6月に行なった光が丘第三小学校の授業を見学していただいたり、資料持参でお話伺ったりした。同じ学校に経験のある前の理科の先生が居られるので、先生の興味が上がるのに役立った。最初に放射線の授業のきっかけを作った前校長先生が、光が丘のお知り合いの校長先生に声をかけてくださったので、一度に3校も増えた。そして、それらの小学校では、『5、6年生お願いします』といわれて、一度に忙しくなった。新しく加わった小学校は担任の先生が理科を教えておられるので、前もって授業内容の説明に伺った。授業には担任の先生

も参加され、霧箱ではお手伝いも頂いた。

小学校も2002年の週休二日制にむけて、総合学習が導入されることになるが、カリキュラムは各学校に任されており、どのような授業をするか、先生を悩ませている。この放射線の授業は「環境とエネルギー」の分野に相応しいということで関心が高まっている。

3. 自然放射線の存在を知る

3. 1 「はかるくん」で自然放射線を測る

放射線は地球ができたときからでている。宇宙から、大地から、建物の壁から出ている、というお話を聞く。放射線の多いところ少ないところがある。建物の中と外と比べるとか、トイレのタイルとプールの上や屋上を測って比較してみよう、と説明を受ける。そこで、放射線を測る「はかるくん」の器械を一人一人が手にする。この『「はかるくん」はいくらするか』と聞かれて、てんでに値段を付けた。安いのは2,900円、高くても65,000円だった。13万円もすると聞いて『高いなあ。大事にしなくちゃ』と一気に緊張感がただよった。「はかるくん」の使い方を聞く(写真1)。待時間の表示が消えて数字がでる。理科室では4人が一つの机に座っているが夫々の数値が違うので『どうして』とか『器械が故障かな』と騒ぐ。ここで放射線の出方にはばらつきがあるという説明を聞く。このように自然放射線の測定値にばらつきが多くあるときは、大勢で測るか、何回も測って平均するとばらつきを小さくすることができるという説明を聞く。今年からクラスの測定値を棒グラフにすることにした(図1)。プザースイッチを押すとピピピという放射線の入射音で更に理科室全体に放射線の存在感が深まる。

平均は5年生で習うが、実験する時期に習っていない場合もある。しかし、平均という言葉は日常生活やスポーツの得点でもよく出てくるので、誰かが3で割ればよいんだよとい出す。電卓で計算する子、筆算で計算する子もいる(写真2)。四捨五入は4年生で習っているのだが、忘れていた子がかなりいる。基本的なことも繰り返し出てくると身につくのであろう。

その後、第1回目は『校内なら何処測ってもいいよ』という校長先生のお声を頭の後ろで聞きながら教室から蜘蛛の子のように飛び出していった。教室外の危険と思われるところ、例えば、屋上とかプールとかには手分けして監視に立った。30分程であったか子供たちは満足気に理科室に戻ってきた。派遣講師から、放射線の多そうところ少そうところを聞いていたが、校内くまなく測られていて、筆者らが予想もしていなかった新し

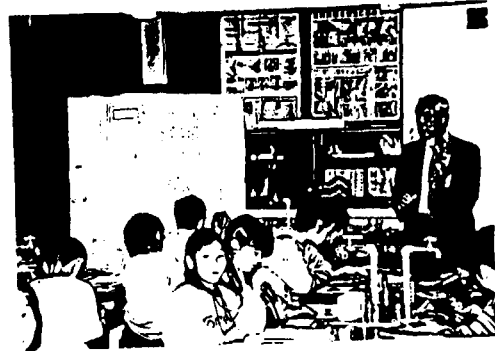


Photo. 1 「はかるくん」の使い方を聞く
光が丘第4小学校理科室の自然放射線

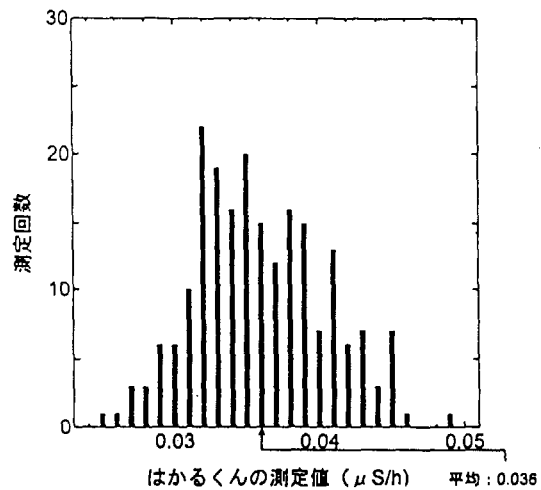


Fig. 1 理科室の自然放射線の棒グラフ
プザースイッチを押すとピピピという放射線の入射音で更に理科室全体に放射線の存在感が深まる。



Photo. 2: 平均を計算する

い発見もあった。そのひとつが焼却炉のレンガで、『オーイ、たかいぞー』と叫んだ男子の声に、数人が走って行った。焼却炉の中まで手をいれたのか煤だらけになって宝物をみつけたように興奮して戻ってきた。筆者らは煉瓦が高いというのに気付いていなかったの、良い勉強になった。3日のうち一日、朝、雨が降った。屋外の放射線の量は理科室より高くなった。これは、雨の降り始め、ラドンやトロンと埃が雨と一緒に降り、高くなるのだが、いい体験ができた。将来の科学者の卵かと思わせるような綿密な測定をした子供。例えば、教室の日の当たる場所と当たらない場所を比較したり、廊下の両端を比較したり、各階の教室、トイレ、廊下を高さで比較したり。繊細な神経の持ち主なのか、図書室の本の間を測ったり、下敷きの両側を比較したり。好奇心の旺盛な子供は、普段入れない場所、例えば、校長室、給食調理室、エレベータの中、体育館の屋上によじ登って測ったり。優しい心の持ち主は、飼育室の兎や鶏を測ったり、自分の靴の中を測ったり。理科室に戻り、平均値を求めた後付箋に線量値を書き、校内の拡大されたマップの上に貼って行く(写真3)。この実習は、同じ場所を測っても測定値はある値の回りにばらついていること、理科室と比較して場所により高いところ、低いところがあることを実験を通じて学ぶことにある。最後に”わかったこと、質問したいこと”の欄に感想を書く(写真4)。

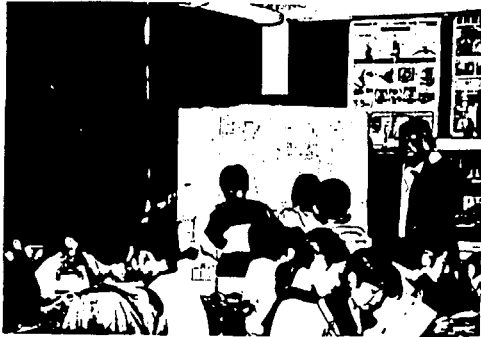


Photo.3 : 測定値をマップに貼る

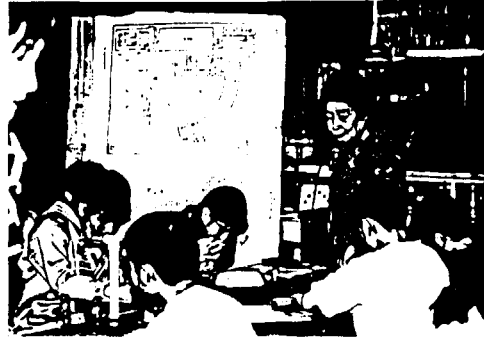


Photo.4 : 感想を書く



Photo.5: 理科室を測る



Photo.6: 運動場を測る女の子



Photo.7: 運動場を測る男の子



Photo.8: トイレのタイルを測る

二年目の授業は5年生の3組に行われた。カリ肥料や湯の花からも出ているベータ線の測定をGM計数装置を使って入射音とともに実演してみせる。光が丘はモニュメントや石垣に花崗岩が多く使われていて、小学校の隣の保育園の石垣も花崗岩である。「はかるくん」の測定を放射線の高いところ低いところを体験できるように、理科室(写真5)、土の運動場(写真6,7)、トイレ(写真8)、プール(写真9)、歩道橋の上(写真10,11)、花崗岩の石垣又は焼却炉のレンガと限定し、時間も短くした。しかし、それ以上測りたい子は、余白に測定値を書いてもらうことにした。花崗岩の石垣は $0.100 \mu\text{Sv/h}$ ぐらいもでていて、理科室に比べてかなり高いので、子供の印象が大きかったのか、女の子が写真12に示すようなすばらしい絵を描いてくれた。測定記録用紙のあちらこちらにもマンガがかかれていた。



Photo. 9: プールの水の上を測る

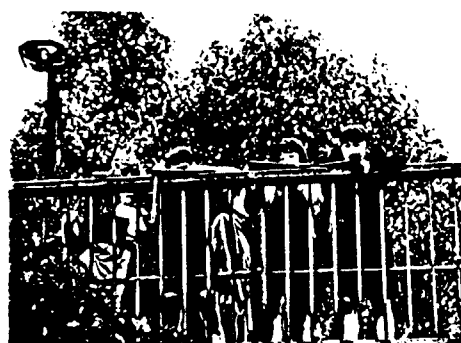


Photo. 10: 歩道橋の上で測る



Photo. 11: 歩道橋の測定を終わって教室に戻る



Photo. 12: 石垣を測る(女の子の絵)

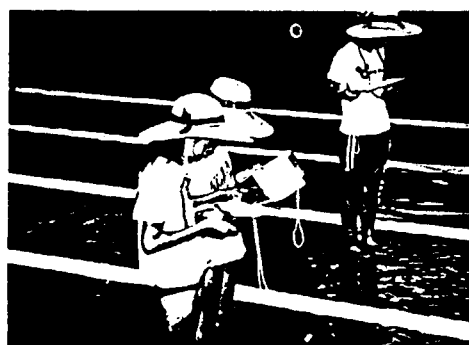


Photo. 13: プールの水を抜いた時に測る



Photo. 14: プールサイドを測る

自由研究の中で、水で放射線がさえぎられていることを確かめるために夏休みのプールの水がぬかれたときに測り、プールサイドと同じであることを確かめ、水で放射線がさえぎられることを体験した(写真13,14)。

3. 2 食べ物に自然放射線が含まれている

子供の理解力に合わせて「はかるくん」の測定以外に名古屋大学の森先生がイメージングプレートで撮られた野菜や豚肉などの食べ物からも放射線が出ている様子をOHPで見せる。食べ物の放射線は肥料に含まれているカリウムで野菜から放射線が出ている。それを食べている豚肉からも放射線が出ていると説明している。子供たちにとってインパクトが大きかったのか感想に殆どの子供が驚きを伝えている。豚肉の脂身のところは放射線の出方が少なかった訳を聞く。またたけのこからは放射線がほとんどでていないのも不思議だとの感想があった。

3. 3 霧箱で放射線の飛跡を見る

三年目は、サマルスキーという鉱石からのアルファ線の飛跡が見られる霧箱を加える(写真15)。霧箱は飛跡をみる装置であるが、放射線を見た后感想を書いている子もかなりいた。まがりなりにも、放射線が見えたことで、自然放射線の授業は「目に見えるものなら小学校で教えられる」という大義名分が整った。感想には子供らしい表現で飛跡をみた印象を書いている。例えば、ときどきびよっときりがでてくるのがわかった／ふわふわしているようにみえた／放射線がまがったりまっすぐいくのがおもしろかった／白い線のようなものがいっしゅんスーとして見れた／まるでおいておいたみそ汁をはしてかきまぜたみたいだ／ピュンピュン飛んでいたのてちょっとちがうけどオーロラみたいでした／放射線を見て生きているみたいで感動した。



Photo. 15: 霧箱で放射線の飛跡を見る

3. 4 放射線に関係したお話

最初の年の派遣講師の放射線の授業は『レントゲンって知っている?』という問いかけで始められた。レントゲンという言葉は胸の集団検診で知っていた。その年は「レントゲンのX線発見101年」であった。レントゲンの顔写真を見て、人の名前だと聞いてびっくり。ノーベル賞の物理賞の第一号をもらった人、ベクレルやシーベルトも彼らの功績により単位に名前が使われていると聞いて、「僕の名前も残るかな」と発言した子供がいた。校長先生が「一生懸命勉強して立派な研究をしたら君の名前も残るよ」と声をかけられた。感想に「お父さんが放射線科に勤めているので、いっぺんやってみたかった」と書いていた子供がいた。何らか放射線に関係している仕事についておられる両親の子供はかなりいるのではないかと考えられる。その人々が、自分の仕事の内容を誇りをもって我が子に話してもらえば、子供たちの関心も高くなるであろう。

3年目には派遣講師が小学校の授業の経験から日本アイソトープ協会で「放射線探偵団」というパンフレットを作った。この冊子は子供むきになる文字でかかれており、放射線のことを易しく書かれている。派遣講師は小学生を対象としていたが、一般人、特に家庭婦人に「これなら放射線のことをわかる」、と好評である。考えてみれば、放射線について何も知らされていなかった人には、新しい知識の導入は小学生と同じようなレベルで始めるのが、拒絶反応がなくてよいのではないか。この表紙の絵は子供たちに返すレポートの表紙に借用させて頂いている。

4年目の今年はキュリー夫妻のラジウム発見100年にあたり、子供むけのキュリー夫妻の伝記も派遣講師が書き日本アイソトープ協会から刊行された。最近ではキュリー夫人の伝記は、小学校の教科書から消えてしまっているということだが、名前だけは知っている子供がかなりいた。感想にキュリー夫人がノーベル賞を2度も受けた話を聞いて彼女の功績を書いた子供がかなりいた。ただ、キュリー夫人のあの血のにじむような研究を支えた

のが、祖国の独立への強い願をこめた小さい時からの不屈の精神であったことは、豊かな日本で育った子供たちにはわかってもらえたであろうか。

4. 今後の問題：小学生に理解できる内容を検討

放射線を測らせる授業は「はかるくん」で測るだけから始まって、食べ物に放射線がはいっていることを知らせる、霧箱で放射線の飛跡を見せると増やしていった。子供たちは今まで学校で教えられていなかったこと、子供の周囲の社会や家庭でも知らされていなかったこと、まさに初体験の授業にびっくりしながら、しかし抵抗なくはいっていった。この初体験の授業は予告なしに行われる方が効果がある。予習している子供がいると、同じ土俵でなくなり、予習の中で自分が持った興味や疑問が邪魔して初体験の感激の度合いが分散し、授業中に話を折るような質問がでて全体の緊張した雰囲気壊してしまう。あらかじめ学校には、この授業が子供たちの”驚きと発見の初体験”に重点を置いていることをご説明し、子供たちにこの授業の予告や予習をしていただかないようお願いしている。私どもは小学生では「自然放射線は0でない、高いところ低いところがある」を理解してもらえばよいと考えている。小学校の時は学校で習ったことを親に話すであろうし、レポートも読んで頂けるであろう。最近授業を受けた子供の祖母が孫から放射線授業のことを聞いたという話を聞いた。おかしなもので子供や孫が学校で習ってきたことは簡単に受け入れられる。それは長い教育の歴史の賜物ではなからうか。これが常識になれば、”日本は変わる”。

授業内容の量と質は小学校の2時間の理科の授業としては、これが限界ではないかと考える。これ以上になにか増やせば、消化不良を起こすであろう。

同じ光が丘の中でも、子供たちの家庭環境により、また指導される先生方の影響もあるのか、子供たちの授業の受け止め方に変化のあることがわかり、この授業を広げていくには、絶えず子供たちの環境の変化に対応ができるような緻密な準備を心がけることが必要である。そのためには、小学校の先生方を陰で支え、子供たちの質問に的確に答えたり、子供たちの理解がより深まるような言葉で説明する方法を考案して、小学校の先生方の良き相談相手になる専門家の協力が是非必要である。

レポートを書く時、使っている漢字を子供が習っているか、使っている言葉が子供に理解できるか、小学生にわかる表現をしているか、をチェックして頂いている。その交流を通じて子供の今の関心の対象や考え方など小学校の先生方に教えて頂いている。

総合学習が導入され、時間に余裕ができれば、放射線教育を4年生ぐらいからはじめて5年生、6年生と理科の体験的学習を増やしたい。「はかるくん」で測る時間も、もっと増やしたい。最初の授業のように、高いところ低いところを捜している子供の目は輝いている。高くなったり低くなったりするわけを子供にわかるように説明し、その中で、子供たちが広い視野で物事を考える力をつけてあげたい。

自分の理科室の測定結果をクラスの友達全体で集めるとガウス分布に近いグラフになり、平均の意味を理解したり、全国の測定値と比較したりもできるだろう。これを通じて物事を一点で判断せず、広く眺めて物事の判断をする習慣がつけばと考える。

また、放射線が身近かにあることが認められれば、原子力の勉強もできるだろう。放射線が身の回りの生活にいかによく使われ、自分の生活を豊かにしてくれているかを、自分達で調べ、放射線を無闇に恐れることなく、技術革新の道具として受け入れられる。将来、放射線を利用した開発研究をする子供がこの中にあるのではないかと夢が膨らむ。

- 1) 「小学生、放射線を測る、学校と専門家が模索する新たな教育」"ENERGY for the FUTURE"、1998 No.1、38-39、ナショナルピーアール株式会社
- 2) 「僕ら放射線探偵団」三菱重工業株式会社、原子力P A推進センターの”あとむばわー” Vol.42 (1998)