

小特集

第76回日本公衆衛生学会総会 シンポジウム6

疫学研究の意義とその活用を検討する－放射線に関連した労働者の健康を守るために－

2017年10月31日(火) 13:30～15:00 第8会場(かごしま県民交流センター3F 大研修室2)

報告ならびに発表者による論考(3)

被曝労働者の疫学調査についての考察 －ビンシロウとハカセの対話－

永井宏幸(NPO 法人市民科学研究所・低線量被曝研究会)

ビンシロウ: おい居るかい。ハカセ。だいぶん海の色も青くなってきたぞ。どうだい、いまからハゼ釣りに行かないかい。おい...なんだ、こんなに天気のいいのに、おまえ、パソコンとにらめっこしているのか。あいかわらず野暮な男だ...おい。聞いているのか? なに入れ込んでんだ。

ハカセ: え? ああ、ビンか。いやなあ、原発労働者のデータを使って放射線の影響を調べた報告書を読んでるんだ。

ビ: へえ、日本にもそんな調査があるのかい。

ハ: 1990年から国が始めた調査なんだ。国から委託を受けているのは放射線影響放影協(放影協)という組織で、ここからほぼ5年に一度報告書が出ている。これは2015年の第V期調査の報告書だ。調査を始めたときの国の所管は科学技術庁だったんだが、いまは原子力規制庁になっている。

ビ: 調査の対象は原発の作業員なのか?

ハ: 核施設をもつ事業者は放射線業務従事者の被曝線量を記録して「放射線従事者中央登録センター」に引き渡しているんだが、ここに1999年3月末までに登録された従事者を放影協が追跡調査している。第V期報告書は、このうち日本国籍をもつ20歳以上の男性204,103人のデータを用いて被曝線量と死亡率の関係を分析している。この分析対象をコホートといっておこう。事業者は16あるが原発をもつ電力会社が10社を占めるので、登録者の大半は原発労働者と思っていだろう。ほかには日本原子力研究開発機構や燃料加工の事業者などだ。

ビ: それなら、福島第一原発事故の除染作業員ははいってないんだな。

ハ: そっちは厚生労働省の担当で別に調査が始まっている。

ビ: それで、その報告書には何がわかったと書いてあるんだ?

八：ここを読んでみてくれ。これがこの報告書の結論だ。そこに悪性新生物と書いてあるのは、がんのことだ。

本疫学調査において、全死亡に累積線量との関連は観察されなかつた。また、放射線被ばくと関連が強いといわれている白血病(慢性リンパ性白血病を除く)においても有意な関連が認められなかつた。多くの部位別の悪性新生物や新生物疾患に累積線量との統計的に有意な関連は観測されていないが、一部の疾患においてみられた累積線量との関連は喫煙等の放射線以外の要因による交絡の影響を含む可能性が高いことを示唆する結果が得られた。従って、現状では、低線量域の放射線が悪性新生物の死亡率に影響を及ぼしていると結論付けることはできない。(第V期調査報告書, p.43)

ビ：前段はいつていることがよくわからん。「有意な関連」というのもよくわからん。しかしだ。要するに、原発の放射線ががんの死亡率には影響してないということのようだな。よかったじゃないか。めでたい、めでたい。さあ、仕舞にしてハゼ釣りにいこうぜ。風も凧いでいる。

八：そう読むんだらうなあ、普通は。だけど、ピン、そう読むのは早計だ。

ビ：というと？

八：「関連が有意」というキーワードは後で説明するとして、ここには有意な関連のなかつた死因が列挙されている。全死亡、白血病、多くの部位のがん、非新生疾患とね。ところが、有意な関連があつた死因のほうは、はっきりと書いてないよね。

ビ：そうだなあ、「一部の疾患」と書いてあるだけだな。

八：部位で区別しないがんはどっちに入ると思う？

ビ：この文面からすれば、有意でなかつたほうだと思うよ。

八：はずれだ。がんは関連が有意だつた。この結論だけを読むと騙されてしまう。

ビ：なつてこつた！ 確かに騙されたよ。

八：ここにはっきりと書きたくなかつたんだらうな。

ビ：ちょっと、あきれてしまうな。ところで、この「有意な関連」というところはどう理解すればいい？

八：報告書は、放射線被曝が死亡や罹病のリスクと統計的に有意な関連が検出されないかぎり、放射線がリスク(死亡や罹病)の原因であるとは認められないという立場に立っている。関連が有意かどうかは、仮説検定による判定と、過剰相対死亡率 ERR による判定で決めている。簡単に説明しておこう。

仮説検定 「死亡率が被曝線量によらない」を帰無仮説とし、「死亡率が被曝線量によって増加する」を対立仮説として p 値を計算し、 $p < 0.05$ のとき被曝線量とともに死亡率が増加することが統計的に有意であると判定する。

過剰相対死亡率 (ERR) 線形モデルを用いた回帰分析で過剰相対死亡率を計算し、ERR の 90%信頼区間が正のとき死亡率が被曝線量とともに増加することが統計的に有意であると判定する。

* 線形モデルでは被曝線量 x の相対死亡率 (RR) が $(1 + \beta x)$ で与えられる。 β を過剰相対死亡率 (ERR) という。

ビ：すぐには理解できんよ。だいたい 0.05 とか 90% とかの数字はなにが根拠なんだ。

八：根拠はない。習慣だ。これならリスクの有無を機械的に判断できるので使っている人が多い。何も考えなくていいから便利なんだろう。ただし、このようなリスク判定はリスクの過小評価をもたらしているという理由から根強い反対がある。ぼくもそれに同意見で、ベイズ統計学にもとづいてリスクを確率で評価したほうがよいと考えている。有意性による判定はリスクを認定するのに非常に消極的な仕組みになっている。

ビ: よくわからんが、まあいいだろう。それで報告書のがんの分析はどうだったんだ？

ハ: がん死亡のp値が0.005だった。ERRのほうも90%信頼区間の下限が0.43だ。だからどちらの判定方法でも有意という結果が出ている。

表1 コホートの被曝線量とがん死亡率（白血病を除く）のテスト

	p 値	ERR	90%信頼区間
基本調整	0.005	1.20	(0.43:1.96)

ビ: ええ？ それじゃあ、被曝の影響がないといえないじゃないか。知らなかったよ、原発の調査でそんな結果がでていたなんて。

ハ: それと部位別では、肺がん、肝臓がん、非ホジキンリンパ腫で関連が有意だった。また、食道がんと多発性骨髄腫もp値が0.05以下ではなかったが0.1よりは小さいので有意に近いといっていだろう。

ビ: それだけ多くのものを「一部のがん」としてしまうのは、ちょっとけしからんね。

ハ: 付け加えておくと、基本調整というのは、死亡率が年齢、暦年、居住地域で変わることの影響をなくすように調整しているという意味だ。それから、被曝線量は6群に分けて分析している。第1線量群は5mSv未満、第2線量群は5mSv以上10mSv未満、第3線量群は10mSv以上20mSv未満、第4線量群は20mSv以上50mSv未満、第5線量群は50mSv以上100mSv未満、第6線量群は100mSv以上だ。被曝線量はラグタイムを10年として累積線量から算定している。なお、がんの分析で白血病を除いたのは、このラグタイムが違うことを考慮したためなんだ。

ビ: マスコミはどうしてこんな重大な結果を報道しないんだろうか。

ハ: 報告書がこの有意な関連は見かけのものだろうといっているからだ。

ビ: ははあ、「交絡の影響」というのが、それなんだな。

ハ: そうだ。放影協は喫煙などの生活習慣に関するデータをコホートの一部から集めている。それによれば、高い線量群ほど喫煙者の割合が増える傾向にある。報告書は、この影響で被曝線量が増えるとがん死亡率が大きくなるのではないかとっているんだ。

ビ: なるほど、可能性としては考えられるね。しかし、本当にそれで説明できるのか？

ハ: そそこが問題なんだ。喫煙のデータがあるのは約7万5千人。この集団をサブ・コホートといっておこう。放影協はこのデータを使って喫煙の影響を分析している。コホートの約三分之一という人数のデータなんだが。

ビ: それで？

ハ: これが分析の結果だ。喫煙調整というのは、喫煙者と非喫煙者でがん死亡リスクが異なることの影響を調整しているという意味だ。

表2 サブ・コホートの被曝線量とがん死亡率（白血病を除く）のテスト

	p 値	ERR	90%信頼区間
基本調整	0.156	0.92	(-0.30:2.16)
喫煙調整	0.327	0.36	(-0.79:1.50)

ビ: そうすると、喫煙調整した結果には喫煙の交絡の影響がなくなっていると考えればいいわけだな。

八：そうだ。

ビ：基本調整も喫煙調整も有意な関連はないということになる。

八：そうだ。喫煙の交絡の情報はえられなかったということだ。ところが、報告書はそうはいわない。こう書いてあるんだ。

累積線量との関連は統計的に有意ではなかったが、喫煙を調整することによって ERR は約 60% 低下し、全悪性新生物（白血病を除く）への喫煙の交絡は大きいと考えられる。（第 V 期調査報告書，p.29）

ビ：...

八：有意でないということはリスクが認められないということだった。リスクがないのだからその大きさ ERR の値も意味がない。それなのに報告書はリスクが 60% 低下したとっているんだ。0.92 と 0.36 をつかってね。なんとも理解しがたいことだ。

ビ：つじつまが合わんな、たしかに。

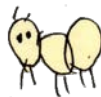
八：そこで、有意かどうかはちょっと横に置いておいて、この 60% という数字について考えてみた。

ビ：有意じゃないのに？

八：ぼくは報告書に一貫性がないことを批判しているんだ。統計的に有意でなくても基本調整と喫煙調整の ERR の値から有用な情報がえられる可能性があることを否定しているわけではない。

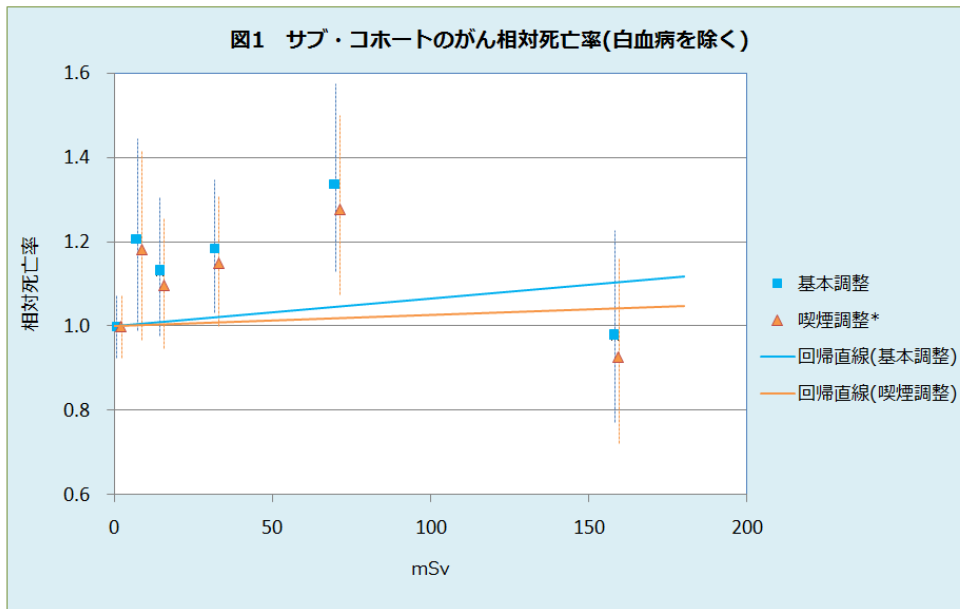
ビ：ちょっと待て、コーヒーを入れてくる。おまえのうちは有機栽培の豆だったな。

八：ああ、「まりこといさお」だ。西条の水が台所にある。それで淹れてくれ。



ビ：おい、コーヒーだ。

ハ：さあ、このグラフを見てくれ。白血病を除くがんのサブ・コホートの相対死亡率を示している。ブルーとオレンジの直線が基本調整と喫煙調整の回帰直線だ。この直線の傾きが ERR の値に等しい。次に、線量群の相対死亡率を重ねて描きこんだ。この相対死亡率は第1線量群で1になるようにしている。



* 喫煙調整の線量別相対死亡率を基本調整と重ならないようにずらしている。

ビ：ブルーとオレンジのマークの差がタバコの影響ということだな。これは、かなり小さいぞ。60%も占めているようには見えず。

ハ：第2線量群から第5線量群の死亡率の増加が喫煙調整しても消えないことがはっきりと見てとれる。

ビ：そうだな。しかしそれにしても、これを直線で表すのはさうとう無理があるね。100mSv からは急に小さくなって、あれ、1より小さくなる。それに第2線量群の死亡率は急に上がっている。なんだか変だな。

ハ：ああ、奇妙なふるまいだ。統計的ばらつきで説明できるとは思えない。そこで、回帰直線を使わずに喫煙の影響を評価してみた。超過死亡数というものを計算して表にしてみたんだ。超過死亡数とは、被曝した集団の死亡率が被曝のない集団と変わらないとして仮定して得られた死亡数を、被曝した集団の実際の観察死亡数から差し引いた数として定義されている。いまの場合は被曝ゼロの集団の死亡率がわからないので、かわりに第1線量群の死亡率を基準に使う。

表3 サブ・コホートのがん超過死亡数(白血病を除く)

被曝線量	第1線量群	第2線量群	第3線量群	第4線量群	第5線量群	第6線量群	合計
観察死亡数	667	113	197	228	143	73	
基本調整	-	19	23	35	36	-2	113
喫煙調整	-	18	18	30	31	-5	97
喫煙交絡割合*	-	8%	21%	13%	14%	-	

* 喫煙交絡割合は超過死亡数の喫煙調整による減少の割合である。

ビ：喫煙調整しても97人の過剰死亡者がいるということだな。

ハ：それが放射線被曝によると推定されるがん死亡数だ。20mSv以下でみても36人がなくなっている。喫煙交絡割合は8%から21%の間だ。

ビ：60%減るといのは大げさだったんだな。

ハ：第6線量群は過剰死亡数がマイナスになるから合計に入れてないが、入れても結果に大きな影響はない。

ビ：報告書は喫煙交絡の影響を過大評価しすぎなんだね。

ハ：次に、コホートの超過死亡数を計算してみた。コホートの基本調整の超過死亡数を線量群ごとに計算する。その喫煙交絡割合にはサブ・コホートの値が使えると仮定する。そうすると線量群ごとの喫煙調整後の超過死亡数が計算できる。計算結果の表は省略するが、第2線量群から第5線量群までを合計すると230人になった。

ビ：ええっ！ 230人も放射線の影響で亡くなっているのか？

ハ：そうだ。これはがんについてだが、がん以外の病気も関連が有意だったよな。それで同じような計算をすると喫煙調整後の超過死亡数は208人になった。

ビ：合計すると死亡数は438人になるぞ。

ハ：1991年から2010年までの死亡者だから平均すると毎年22人死亡していることになる。

ビ：放射線の影響はわからないなんていってる場合じゃないよ。大丈夫か、この計算は？

ハ：現時点で最も信頼できる結論だと思っている。実は前にも喫煙交絡割合を計算したことがあるんだ。第IV期調査が発表されたときだ。その報告書は回帰分析をやっていなかった。もちろん喫煙調整の分析もだ。それで、ぼくは線量群別の喫煙者割合のデータをもとに、厚生労働省の研究班が報告した喫煙のがん死亡リスクのデータを使って喫煙の影響を評価した。そしたら100mSv以下で喫煙交絡割合が20%から24%という結果になった。これは今回の値とほぼ一致している。だから今回の算定にも確信を持っている。それと...

ビ：それと？

ハ：本当に喫煙の交絡を避けたいのならね、非喫煙者だけで分析をしてみればいいと思わないかい？

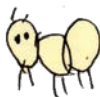
ビ：は、は、は。言われてみればそうだ。ごもっとも。

ハ：いま、喫煙者、非喫煙者、過去喫煙者で分けたデータを提供してくれるように、放影協と原子力規制庁に頼んでいる。

ビ：それで？

ハ：放影協は委託業務にないからといったん断ってきたが、原子力規制庁からは2018年度にそのような業務をいれることにするという返事もらっている。

ビ：分析の結果を早く知りたいね。放影協はどうしてそういう分析をしないんだろうか。ちょっと、トイレ貸してくれ。



ビ：お前のうちのトイレはほんとに落ちつくよ。花瓶の白い花はなんなんだ？

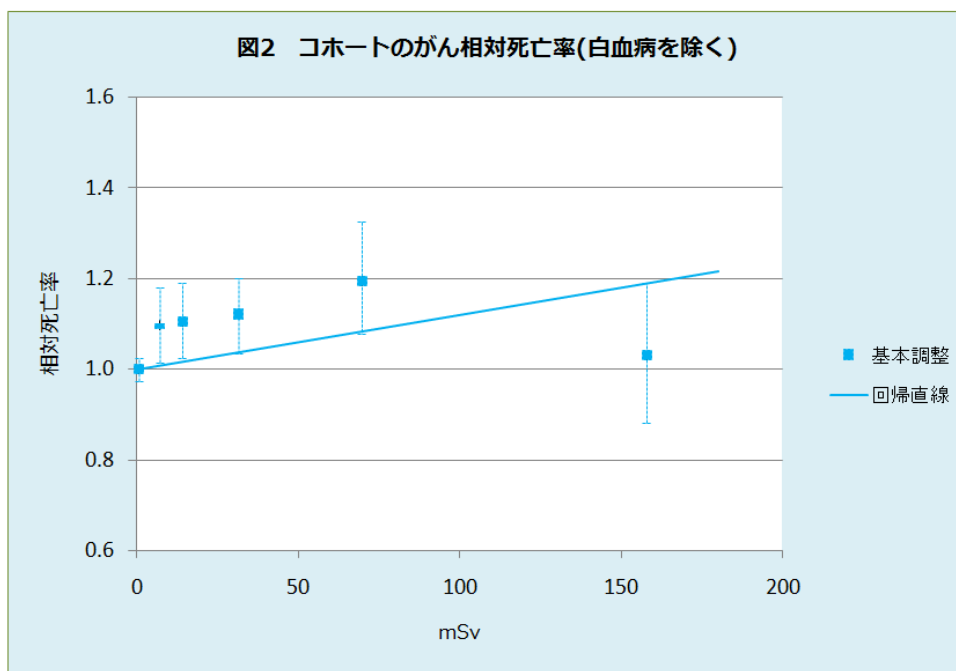
八：ドウダンツツジだよ。

ビ：沓掛山で見たことがあるよ... ところでさあ、トイレで考えたんだけど、もうお前なりに結論は出たんだろう？釣りにでかけてもいいじゃないか。

八：そうもいかないんだ。この調査にはいろいろと問題が残っていると思っているんだ。

ビ：そういえば、10mSv のところで死亡率が急増するとか、100mSv から死亡率が下がるとか。おかしいことがあったよなあ。

八：ああ、これはコホートのグラフだが、同じような特徴がみえるだろう。



ビ：報告書はそのことについて何か言ってないのか？

八：何も。

ビ：お前になにか考えはないのか？

八：この報告書には重大な研究上の弱点があると思っているんだ。このコホートは、電力会社や元請け会社の社員と、下請けや孫請けの小さい会社の従業員や「ひとり親方」などが混在している。一方は日本有数の大企業の正社員だ。他方は定期点検・工事の時期だけ臨時に仕事を請け負う労働者だ。その社会経済的状態には相当の開きがある。もちろん死亡率にも影響する。だからこの分析では雇用形態の違いを考慮しないとイケない。

ビ：放影協はどうして雇用形態をいれた分析をやらないんだろう？

八：わからない。そのデータなら事業者に言えばすぐに得られるんだが。

ビ：電力会社・請負会社・研究機関で分けるぐらいなら、すぐにできるはずだよな。

八：話は変わるが、ビン、この調査の予算がどういう名目で出ているか知ってるか？

ビ：知らない。しかし、労働者の健康を守る調査なんだから、そりゃ厚生労働省だろう。

八：ハズレだ。経済産業省なんだよ。国の予算にエネルギー特別会計というのがあってね、それに経済産業省が管轄する「電源開発促進勘定」というのがある。その下に「電源立地対策」があって、それにこの委託費が組まれているんだ。

ビ：ええっ！ 電源立地対策というんじゃあ、原発推進のためということにならないか？

八：そういうことになるだろうな。政府の予算説明を読んでみてくれ。

原子力発電施設等従事者追跡健康調査等委託費 原子力発電施設等における放射線業務従事者が被ばくしている低線量域の放射線が人体に及ぼす影響を明らかにし、従事者等の放射線に対する不安を取り除くための調査を実施し、財団法人放射線影響協会に対し 239,714 千円を支出した。(平成23年度政府歳出決算説明)

ビ：「従事者の不安を取り除くため」というのはひっかかるよ。被曝の影響がないことを前提にしているようだ。

八：被曝労働者の生命と安全を守るためだというべきだろ？

ビ：ちょっとあきれたね、これは。

八：そもそも、この調査は当の被曝労働者に知らされないまま始まっているんだ。原発で働いたことのある人から聞いたんだが、調査のことを知ったのは放影協からアンケートを受け取ってだといっていた。「わたしが生きてるか死んでるか、ずっとどっかで見てたんですなあ」と話していたよ。

ビ：調査の存在も目的も知らされていなかったんだな。

八：この調査が続けられるかのどうか、いま心配な状況になっている。第Ⅵ期の調査がもう始まっているんだが、今期から、同意がえられなければ調査対象にしないというオプト・イン方式を採用したんだ。ところが同意の回答がえられているのはコホートの4割にも足りないんだよ。2016年の時点ではあるけどね。

ビ：調査に協力してもなにもいいことがないだろうなあ。

八：調査への同意者には医療費を補助するか健康診断を無料にするとか、そういう特典があってもいいと思うんだが。

ビ：一策かもね。しかし、同意しない人は補助がないというのもどうかなあ。

八：じゃあ、被曝労働者は潜在的にハイリスク集団なのだから、全登録者を対象に医療補助をするというのはどう。その代わりといっはなんだけど、登録者の医療情報は医療機関がなんらかの機関に報告して研究に使う。たしかウクライナにはそういうシステムがあったんじゃないかな。とにかく、これからの疫学研究は、調査の対象者の協力をえられるようにしないと成り立たない。

ビ：それで、お前はこれからどうしたいんだ？

八：放影協の持っているデータを公開するように求めていくよ。日本では数少ない放射線リスクの長期にわたる調査なんだから、その貴重なデータを放影協に囲い込まず、広く関心を持つ研究者に提供して批判や改善の提案を受け入れるべきだと思う。批判と議論のないところに科学は育たない。それと、国はこの調査を放影協に随意契約で委託しているが、競争入札とか複数機関への委託を検討したほうがいい。そもそも放影協は原発事業者と関係が強すぎる。委託先として利益相反の問題がないのかも議論する必要があるだろう。

ビ：もっと言いたいことがあるそうだな。ところで、オレたちはなにをすればいい？

八：この調査に関心を持つことだ。福島第一原発事故の作業員の調査もこれから本格化する。国民の関心が集まれば専門家ももっと真剣に向き合うようになる。マスコミもね。

ビ：あれ、裏口で音がしたようだな。カミさんが帰ってきたんじゃないか？オレ帰るよ。

八：...

ビ：また今度な。青イソメは冷蔵庫に入れさせてもらったよ。間違えてカミさんに食わされるんじゃないぞ。

(了)