

フクシマの影響

日本における死産と乳児死亡

ハーゲン・シェアブ、ふくもとまさお、クリスティーナ・フォイクト、ラルフ・クスミーマツ

背景と問題提起

1986年4月に起こったチェルノブイリ原発事故後、ヨーロッパ全体において死産、乳児死亡、先天異常、染色体異常が長期に渡って増加したことが観察された[1-7]。これは放射線被曝による遺伝子障害が原因だと見られているが、そのチェルノブイリの経験から、同じような放射線による遺伝子への影響が2011年3月に起こった東京電力福島第一原発事故後に日本においてすでに現れていないのかどうか、さらに放射線による影響が現れたことを福島第一原発事故翌年の2012年に証明できるのかどうかという問題が提起される。

日本の厚生労働省は、人口動態統計を作成している (www.mhlw.go.jp/toukei/list/81-1.html)。

この人口動態統計では、統計庁が47都道府県の月別に出産に関わる統計データを定期的に公表している (www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001028897)ⁱ。この統計データには以下のデータが含まれており、これらのデータは福島第一原発事故の母子の健康影響に関わる重要な指標となるものであるⁱⁱ。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. 妊娠12週以後からの自然死産数ⁱⁱⁱ2. 妊娠22週以後からの自然死産数3. 出生後7日未満の早期新生児死亡数4. 出生後28日未満の新生児死亡数5. 出生後1年未満の乳児死亡数 |
|---|

そこで、2002年から2012年までの出産に関わる出生数、自然死産数、出生後1年未満の乳児死亡数に関する確定統計データを使って、福島第一原発事故翌年2012年にこれらの出産に関わる指標に目立った変化があったかどうかを解析した。

解析方法とその結果

表1に、解析対象となる期間の日本の年別確定数を示した。さらに図1には、前述した5つの指標毎に2002年から2012年までの日本における自然死産数と出生後の死亡数の合算値の動向を示した。

表 1 : 日本の出生数と自然死産数、乳児死亡数

年	出生数	自然死産数	乳児死亡数
2002	1153855	15161	3497
2003	1123610	14644	3364
2004	1110721	14288	3122
2005	1062530	13502	2958
2006	1092674	13424	2864
2007	1089818	13107	2828
2008	1091156	12625	2798
2009	1070035	12214	2556
2010	1071304	12245	2450
2011	1050806	11940	2463
2012	1037231	11448	2299
合計	11953740	144598	31199

図 1 からわかるように、出生後 1 年未満までは自然死産数にそれぞれ早期新生児死亡数と新生児死亡数、乳児死亡数を加算した死亡数に法則性が見られる。この法則性を使えば、日本における 2002 年から 2012 年までの自然死産数と出生後 1 年未満の乳児死亡数を足した死亡数の月毎の月別死亡確率を推計することができる。この日本全体の月毎の推計月別死亡確率を使って、それぞれ 1 年遡って月毎の出産数（自然死産数＋出生数）をウェイト計算し^{iv}、各月の月別死亡数（自然死産数＋乳児死亡数）の分母とする。こうして調整した出産数を使えば、自然死産数と出生後 1 年未満の乳児死亡数を組み合わせて統計解析できるようになる。その解析結果が図 3 と図 4 である^v。

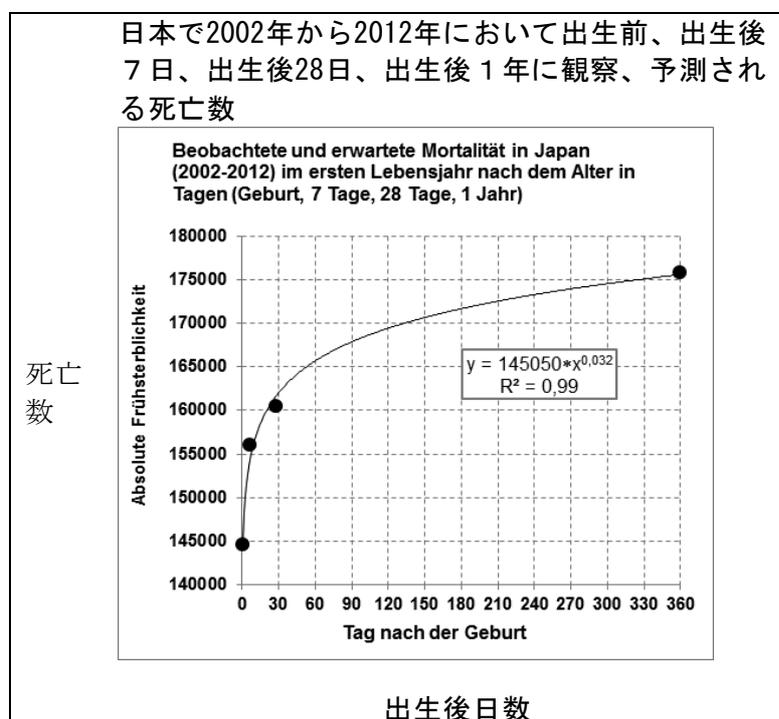


図 1 : 日本における自然死産数と出生後日数に応じた死亡数を合算した死亡数の動向



図2：日本の都道府県地図

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Präfehtur>)

まず、相対的により放射能に汚染されていると見られる福島県とその近郊の都道府県、合わせて11の都道府県とそれを除いた日本で比較してみた^{vi}。11の都道府県は、千葉県、福島県、群馬県、茨城県、岩手県、宮城県、新潟県、埼玉県、栃木県、東京都、山形県で、図2（出典：<http://de.wikipedia.org/wiki/Präfehtur>）で明るく表示した地域である^{vii}。図3と図4は、それぞれ11の汚染都道府県と、それを除く日本、つまりほとんど汚染されていないか、まったく汚染されていない36の相対的に汚染の低い都道府県の死亡率（自然死産+出生後1年未満の乳児死亡）の傾向を示している。汚染都道府県では（図3）、2011年3月だけにおいて死亡率が急上昇している（オッズ比=1.24；95%信頼区間=[1.11；1.37]、 $p<0.0001$ ）。これは、2011年3月11日に起こった津波ないしその前に起こった地震の直接の影響を示している。その後の2011年12月に、つまり地震から9ヶ月の妊娠期間を経て、死亡率（自然死産+出生後1年未満の乳児死亡）が全体として相対的に減少傾向を示しながらも5.2%上昇した（オッズ比=1.052；95%信頼区間=[1.012；1.093]、 $p=0.0097$ ）。これは、1987年に、つまりチェルノブイリ原発事故の翌年にドイツ全体で周産期死亡率が4.8%上昇した状況に近い[2]。

一方図4は、11の汚染都道府県を除いた低汚染都道府県においては2011年3月に地震と津波の影響は現れず、さらに9ヶ月後も図3で観察した死亡率（自然死産+出生後1年未満の乳児死亡）が上昇していないことを示している。

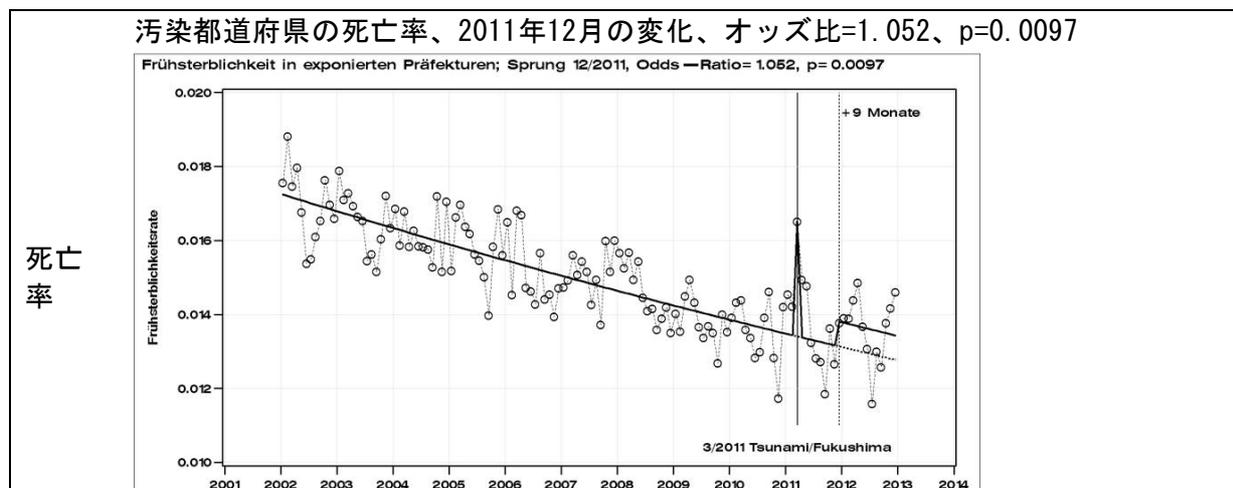


図3：11の汚染都道府県の死亡率（自然死産+出生後1年未満の乳児死亡）

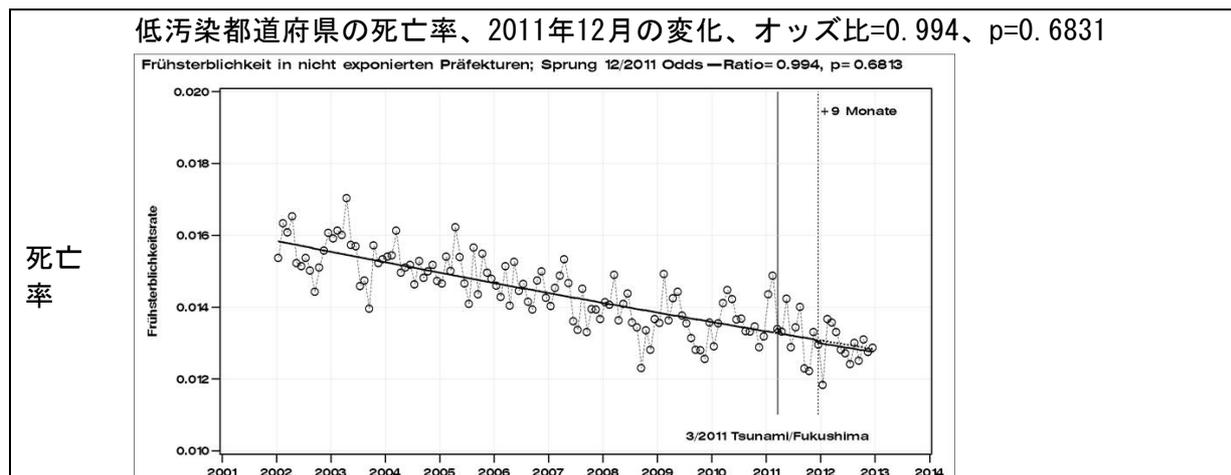


図4：36の低汚染都道府県の死亡率（自然死産＋出生後1年未満の乳児死亡）

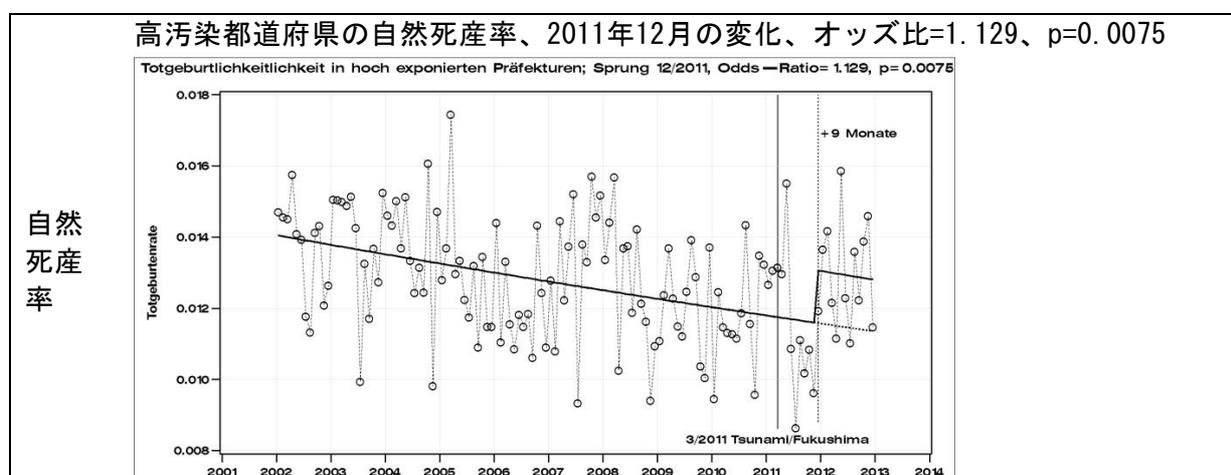


図5：高汚染都道府県である茨城県、福島県、宮城県、岩手県の自然死産率

環境線量-効果関係

チェルノブイリ原発事故後、ドイツ南部のバイエルン州では放射性降下物と長期的な死産数の増加の間にはっきりした環境線量-効果関係が観察された[2]。バイエルン州の中でも最も汚染された10の地域では、死産数が1987年から1992年までに約50%増加した[6]。このドイツでの経験から、さらに日本において妊娠12週以後からの自然死産数が乳児死亡数を大きく上回っていることから（表1参照）、自然死産率だけで最も汚染されていると見られる北東部太平洋沿いに位置する茨城県、福島県、宮城県、岩手県の4つの県と、それを除いた日本を比較してみた。

汚染度が相対的に高いと見られる4つの県では、図5が示すように、2011年12月から自然死産率が12.9%上昇した（95%信頼区間=[1.033 ; 1.235]、 $p=0.0075$ ）。それに対して、比較的福島県に近く、人口密度の高い埼玉県、東京都ではその中間程度の影響しか観察されなかった。それを示すのが図6で、自然死産率は4%程度上昇しているものの、統計上有意な上昇は見られなかった（95%信頼区間=[0.982 ; 1.104]、 $p=0.1776$ ）。

自然死産数と乳児死亡数を合算した死亡率と同様、自然死産率においても残りの低汚染都道府県、つまり高汚染地域の茨城県、福島県、宮城県、岩手県と中程度汚染地域の東京都と埼玉県を除いた日本では、2012年全体で自然死産率の上昇は見られなかった（図7参照）。

福島第一原発事故後の日本においても、チェルノブイリ原発事故後にドイツ・バイエルン州の汚染度が相対的に高い地域で観察されたのと同様、都道府県の汚染に応じて観察地域を選別すると、放射性降下物と自然死産率の間に線量-効果関係が見られる。図8では、図5から図7を環境線量-効果関係の観点から記述的、定量的にまとめてみた。福島第一原発事

故後の都道府県レベルの放射性降下物ないし放射能汚染を正確に、代表的に定量化できるのであれば、遺伝子に影響を与える指標となる環境リスク係数（たとえば、年当りのミリシーベルトないし平方メートル当りのセシウム137の濃度キロベクレル）を推計することができるようになる[6]。

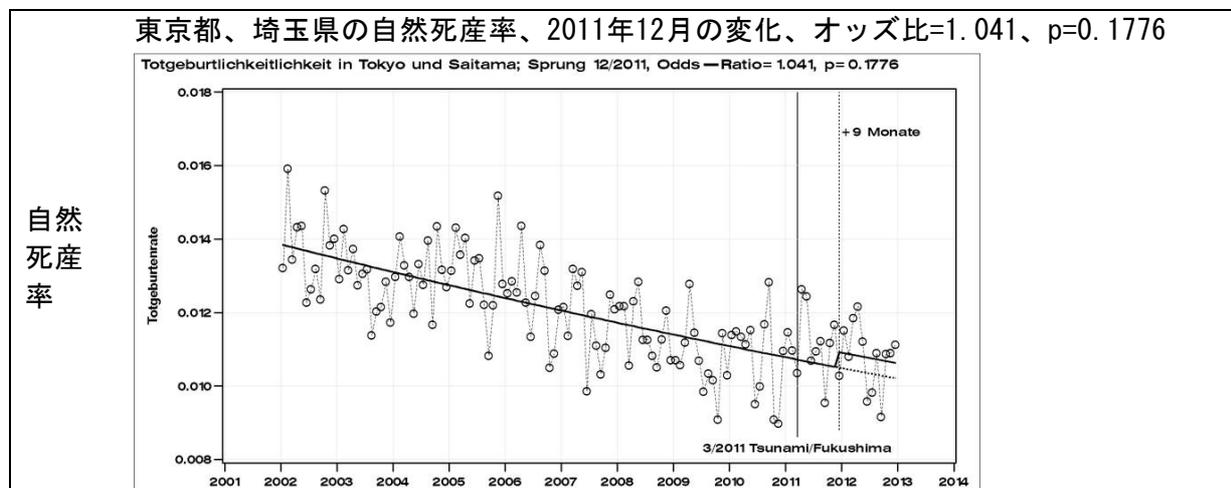


図6：中程度汚染地域の東京都、埼玉県の自然死産率

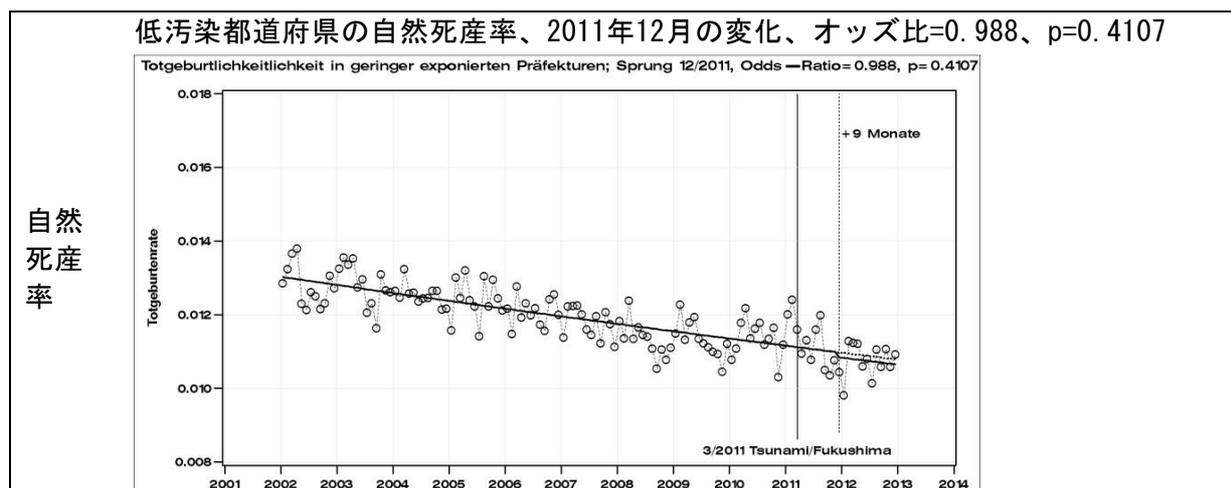


図7：高汚染地域の茨城県、福島県、宮城県、岩手県と中汚染地域の東京都と埼玉県を除く日本の自然死産率

都道府県の汚染クラスに応じた自然死産数の傾向において2011年12月に起こった変化のオッズ比自然対数 (IN OR)

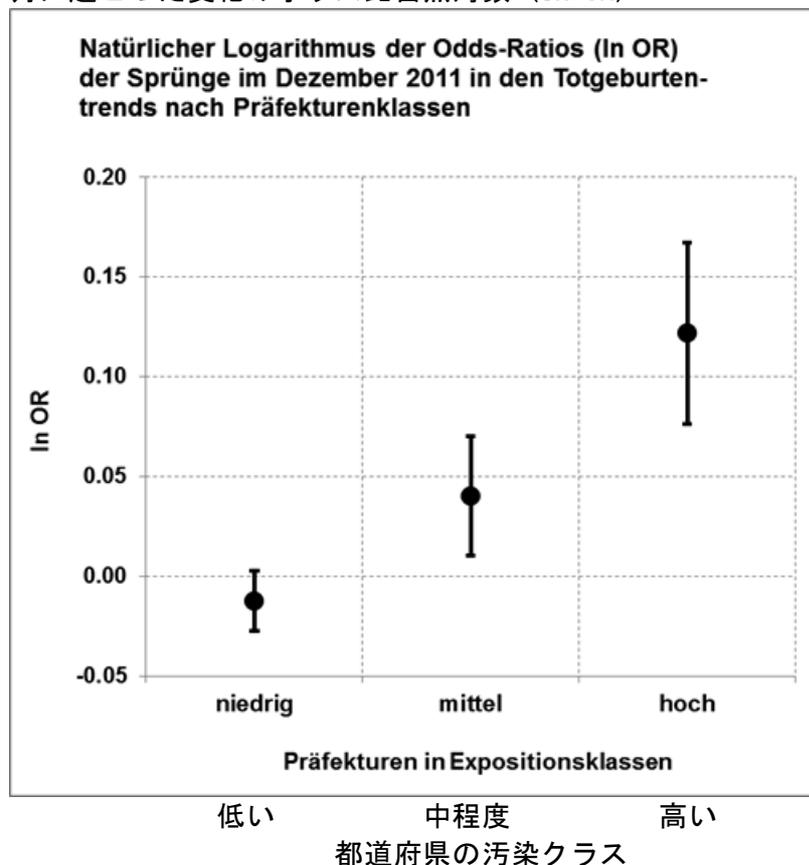


図8：図5、6、7における変化オッズ比の自然対数（プラス／マイナス1標準誤差）
「高い」：茨城県、福島県、宮城県、岩手県
「中程度」：埼玉県、東京都
「低い」：茨城県、福島県、宮城県、岩手県、埼玉県、東京都を除く都道府県

結論

地震と津波の被害を受け、福島第一原発事故によって放射能に汚染されたと見られる11の都道府県では、日本全体において自然死産と乳児死亡の死亡率が減少する傾向があるにもかかわらず、地震が起こってから9ヶ月後から自然死産と乳児死亡の月別死亡率が約5%上昇し、統計上有意な増加を示した ($p=0.0097$)。そのうち最も放射能で汚染された茨城県、福島県、宮城県、岩手県では、自然死産率が2011年12月以降約13%上昇し、統計上さらに有意な増加を示した ($p=0.0075$)。同様の影響は、その他のほとんど汚染されていない都道府県ではまだ現れていないか、(今のところ)確認できない。

以上の解析結果は、チェルノブイリ原発事故後にヨーロッパで観察できたように、日本でも放射線被曝による遺伝子障害の影響が発生していることを示唆している。この解析結果からすると、今後日本において自然死産と乳児死亡、先天異常、出生時の出生性比[8-10]の動向を注意深く観察する必要がある。

1. Sperling K, Pelz J, Wegner RD, Dorries A, Gruters A, Mikkelsen M: Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident: temporal correlation or causal relation? *BMJ* 1994, 309:158-162.
2. Scherb H, Weigelt E, Brüske-Hohlfeld I: Regression analysis of time trends in perinatal mortality in Germany, 1980-1993. *Environmental Health Perspectives* 2000, 108:159-165.

3. Scherb H, Weigelt E, Brüske-Hohlfeld I: European stillbirth proportions before and after the Chernobyl accident. *International Journal of Epidemiology* 1999, 28:932-940.
4. Ziegłowski V, Hemprich A: [Facial cleft birth rate in former East Germany before and after the reactor accident in Chernobyl]. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1999, 3:195-199.
5. Wertelecki W: Malformations in a Chornobyl-Impacted Region. *Pediatrics* 2010, 125:836-843.
6. Scherb H, Weigelt E: Congenital Malformation and Stillbirth in Germany and Europe Before and After the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident. *Environmental Science and Pollution Research, Special Issue* 2003, 1:117-125.
7. Sperling K, Neitzel H, Scherb H: Evidence for an increase in trisomy 21 (Down syndrome) in Europe after the Chernobyl reactor accident. *Genetic Epidemiology* 2012, 36:48-55.
8. Scherb H, Voigt K: The human sex odds at birth after the atmospheric atomic bomb tests, after Chernobyl, and in the vicinity of nuclear facilities. *Environmental Science and Pollution Research International* 2011, 18:697-707.
9. Kusmierz R, Scherb H, Voigt K: Overview on data sources for modeling epidemiological effects of environmental pollution. *International Environmental Modeling and Software Society (iEMSS) 2012. International Congress on Environmental Modeling and Software: Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting, Leipzig, Germany, R. Seppelt, A.A. Voinov, S. Lange, D. Bankam (Eds.)*
<http://www.iemss.org/society/index.php/iemss-2012-proceedings>.
10. Scherb H., Kusmierz R. and Voigt K.: Increased sex ratio in Russia and Cuba after Chernobyl: a radiological hypothesis, *Environmental Health* 2013, 12:63. doi:10.1186/1476-069X-12-63. <http://www.ehjournal.net/content/12/1/63> PUBMED: 23947741

訳者（ふくもと）あとがき

本記事は、2014年2月6日発行のドイツの放射線防護専門誌「放射線テレックス (Strahlentelex)」650-651号に掲載された論文 (Folgen von Fukushima, Totgeburten und Säuglingssterblichkeit in Japan) を翻訳したものです。ただ原文を単に訳すだけでは、日本の読者のみなさんにはわかりづらいところがあるので、論文の共同著者の一人として第一著者のハーゲン・シェアブさんと相談しながら訳者が一部加筆、修正しました。

日本では、ここで取り上げた時系列解析はその手法、意義についてあまり知られていないところがあります。そのため、この論文をきっかけにある意味で簡単な時系列解析によって放射線の健康影響を解析できることを知ってもらうほか、まだ十分な疫学調査ができない今の段階において時系列解析が放射線被曝のリスクを評価する上で大事な手法の一つであることを日本でも知ってもらいたいと思います。

著者：

ハーゲン・シェアブ (Hagen Scherb)

理学博士、ミュンヘン・ヘルムホルツセンター／ドイツ健康環境研究センター計算生物学研究所研究員。専門は数学と生物統計学。

放射線の影響では、チェルノブイリ事故後のドイツ、ヨーロッパにおける死産の増加、先天異常の増加、出生性比の変化（女兒が減る）などを解析。放射性廃棄物の中間貯蔵施設周辺で女兒が減る徴候についても解析している。

ヘルムホルツセンターは日本でいう国立研究所の総称。ミュンヘン・ヘルムホルツセンターは特に健康と環境を主要研究テーマにしている。

ふくもとまさお

フリーライター、ベルリン在住。

近著に「ドイツ・低線量被曝から28年 - チェルノブイリはおわっていない」（言叢社）

クリスティーナ・フォイクト (Kristina Voigt)

理学博士、ミュンヘン・ヘルムホルツセンター／ドイツ健康環境研究センター計算生物学研究所研究員。

ラルフ・クスミーアツ (Ralf Kusmierz)

ミュンヘン・ヘルムホルツセンター／ドイツ健康環境研究センター計算生物学研究所研究職スタッフ

訳者註

ⁱ ここで使う統計データは届け出が義務付けられたものを対象にしていることから、全数が把握されていると見ることができる。

ⁱⁱ 現在、確定数は2012年末までの月別、年別のデータを入手することができる。

ⁱⁱⁱ 日本の統計データでは死産数は妊娠12週以後からの死産数となっており、それは妊娠22週以後からとする国際統計データと食い違っている。

^{iv} ここでは、月毎の12のウェイトを使ってウェイト計算された。それぞれ1年遡って月毎の出産数を定める一つの理由は、単なる出産数（自然死産数＋出生数）では乳児死亡数が含まれていないからである。たとえば、2012年4月1日に死産となった場合、これは2012年4月の死産数に含まれるので問題ない。しかし2012年4月1日に生後6ヶ月で死亡した児は、2011年10月の出産数には含まれるが、2012年4月1日の出産数には含まれていない。そうすると、この出産数はそのままでは自然死産数と乳児死亡数の死亡数のための分母には使えない。そのため、出産数に乳児死亡数を加算しなければならない。そのための調整もここで行われた。

^v 図中の回帰曲線は、ロジスティック回帰モデルを使って引いている。

^{vi} それぞれの図で対照する対象（コントロール）は日本全体となっている。

^{vii} 11の都道府県は、2012年7月24日に文部科学省から発表されたセシウム137の土壌沈着状況をベースにして選出した。