

---

**総説** シンポジウム3**原発事故に伴う環境汚染と放射線被ばく問題について**

野 崎 淳 夫

東北文化学園大学 大学院健康社会システム研究科

**The environmental radioactive substance pollution and the radioactive exposure problem caused by the nuclear plant accident**

Atsuo Nozaki

Graduate school of Tohoku Bunka Gakuen university

**要約**

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、福島県や東日本の広い地域に放射性物質による環境汚染が生じた。この環境汚染により、地域環境の空間放射線線量率が急上昇した。これにより、地域住民の外部被ばく問題が懸念され、地域住民に深甚な心理的ストレスを与えている。とりわけ、<sup>131</sup>Iによる小児甲状腺癌のリスクが指摘され、38万人を超える医学的調査が行われた。

また、Cs-134, 137による外部被ばくと水や食物による内部被ばくも懸念されている。現在のところ、福島県においては甲状腺がん、新生児異常の発症率などにおいて、明確な健康被害は確認されていないが、科学的調査、医学的検診などを通して安心安全な地域社会を復活させることや地域住民の健康被害発症を防止する施策が求められている。

そのため、まずは生活圏の空間放射線量率を低下させる除染作業が必要となっている。

(臨床環境 24 : 29 - 36, 2015)

---

《キーワード》放射性物質、放射線、健康被害、甲状腺がん、除染

---

**Abstract**

By the accident of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant caused by the Tohoku district Pacific offing earthquake on March 11, 2011, the serious environmental pollution with radioactive substances was happened in Fukushima and area of the neighborhood of the East Japan. According to this environmental pollution, spatial radiation dose rates in environment remarkably rose, so that the outside and

---

受付：平成27年6月2日 採用：平成27年9月3日

別刷請求宛先：野崎淳夫

〒981-8551宮城県仙台市青葉区国見6-45-1 東北文化学園大学 大学院健康社会システム研究科

Reprint Requests to Atsuo NOZAKI, Graduate school of Tohoku Bunka Gakuen university, Sendai city Aoba-ku Kunimi 6-45-1, Miyagi pref.

inside radiation exposure brought the strong mental stress for the local inhabitants.

A risk of infant thyroid cancer caused by  $^{131}\text{I}$  has been concerned about among other risks, and the problem of the outside radiation or the internal radiation exposure originated by Cs-134, 137 contained in water and the food is also concerned.

So far, the clear healthy damage has not been identified in Fukushima such as thyroid cancer or an onset rate of the newborn baby abnormality, however, politics such as a scientific investigation or medical examination has been needed to recover the safety and healthy community.

Therefore, it is necessary to make decontamination works to reduce the spatial radiation dose rates for inhabitants immediately.

(Jpn J Clin Ecol 24 : 29 – 36, 2015)

---

## 《Key words》

---

### 1. 諸言

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所（以下、原発）の事故により、福島県はもとより東日本の広い地域に放射性物質による環境汚染が生じた。この環境汚染により、環境中の空間放射線線量率が上昇したが、これによる地域住民の外部被ばくや食物汚染による内部被ばくが懸念されるようになった。

原発から放出された放射性物質は多岐にわたるが、環境中の空間放射線量率を上昇させるものとしてセシウム134と137（Cs-134, 137）が注目された。この事故では有害性の強いヨウ素 $^{131}\text{I}$ やプルトニウム（Pu）など、多種放射性物質が放出されたが、例えば $^{131}\text{I}$ は半減期が8.06日と短く、事故後1カ月を過ぎた時点ではほぼ消滅し、Puなどは放出量が比較的少量とのことであり、いずれの核種も環境中の空間放射線量率に与える影響が小さいとの理由から、現時点での主たる事故対策物質はCs-134, 137とされている。

ここでは、この環境汚染が地域住民に及ぼした肉体・精神的な影響、放射線対策、除染の意義や効果などについて報告する。

### 2. 環境放射線の問題

2011年3月に原発施設から多量の放射性物質が放出され、大気中に高濃度の放射性ブルームが形成された。通常は偏西風により、大気汚染物質は太平洋側に移動するが、時期的に内陸側への季節風と降雨が相まって、大量の放射性物質が地表へ

降下・沈着した。これにより、土壌、植物、森林、水路、道路、建築物、植栽、車、家財など広範囲の放射性物質汚染が生じた。

この環境汚染は、視覚や嗅覚などの感覚器で捉えることはできないため、耐えがたい不安と恐怖感を人々にもたらした。

そのため、放射性物質による汚染状況と空間放射線量率の実態把握が急務となった。正しい環境情報を得るには、まず計測装置が必要である。ところが、起きるはずがない事故であるが故に、事故直後の計測機の入手は困難を極めたが、筆者らは放射医学総合研究所の協力を得て、福島県各所の空間放射線量率、路面・建築物の表面汚染密度、土壌・植物農産物などの放射能濃度の測定を行った<sup>13)</sup>。

汚染実態が分かると、放射線被ばく量が明らかになり、健康影響予測へのプロセスをたどる。この環境汚染問題は、事故直後とその後において問題点が異なる。事故直後には、経気道ばく露される大気浮遊物質が問題となる。大気汚染物質には、放射性ヨウ素（ $^{131}\text{I}$ ）のように甲状腺がんを引き起こす放射性物質が含まれているからである。ただし、 $^{131}\text{I}$ は半減期が短いため、事故後においては放射性セシウム Cs-134, 137から発生する $\gamma$ 線による環境放射線が問題となった。

### 3. 地域社会や住民への影響

原発事故に伴い、福島県では空間放射線量率の低い地域への住民避難が起こった。この避難が大

大きく影響して、福島県民は全国46の都道府県に4万6,416人、県内に7万8,016人が避難しており、その合計は12万4,432人に及んでいる(2014年10月16日時点)。

福島県では津波・地震災害ばかりではなく、放射線災害が重くのしかかり、生活基盤の破壊や地域分断、日常生活やコミュニティーの崩壊が起こっている。

### 3-1 原発事故関連死

福島県で問題となっているのは、地震や津波災害による直接死ではなく、震災関連死である。震災と原発事故による避難生活の長期化で体調を崩し、死亡する被災者、いわゆる震災関連死が増えている。避難生活で大きく変化した生活、労働、社会環境などのストレス、或いは生きがいの消失による自殺者も急増している。震災による死者は震災直接死と震災関連死に分けられるが、福島県では原発事故による震災関連死が多い。この震災関連死は原発事故関連死とも呼ばれているが、福島県が原発事故関連死と認定した人は1,793人に上る<sup>4)</sup>。福島、岩手、宮城の被災3県の死者数(死亡届などを含む)のうち、震災関連死が占める割合は岩手、宮城両県が約8%にとどまっているのに対し、福島県は約55%と突出して高い。先が見通せない避難生活で将来を悲観し、自殺に至るケースもある(2014年9月10日時点)<sup>4)</sup>。

原発事故関連死の認定者について、その死亡時期を調査したところ、震災後半年から1年以内が349人(19.5%)で最も多く、震災後1カ月から3カ月以内:333人(18.6%)、震災後3カ月から6カ月以内:315人(17.8%)、震災後1週間から1カ月以内:256人(14.3%)と続いた。

このうち、66歳以上は1,624人(90.6%)、21歳以上65歳以下は169人(9.4%)であり、20歳以下はいなかったと報告されている<sup>4)</sup>。

## 4. 原発事故による健康影響

### 4-1 甲状腺がん

原発事故で大気中に飛散した放射性ヨウ素(<sup>131</sup>I)を含む放射性物質は、2011年3月15日までに殆ど放出されたと考えられていた。ところが、

2014年12月のNHKの報道<sup>5)</sup>によると、原発事故で放出された放射性物質は、核燃料のメルトダウンや水素爆発が相次いだ事故発生当初の4日間ではなく、その後に全体の75%が放出されたことが、日本原子力研究開発機構とNHKの分析で判明したと報じている。

今般の原発事故では、この間の被ばくで甲状腺がんが発症する可能性があるが、チェルノブイリ原発では事故後4から5年後に子供の甲状腺がんが頻発した。

そのため、図1に示すように福島県では事故発生時に18歳以下を対象とする甲状腺がん検査を実施している。1巡目の先行検査の対象は事故当時に18歳以下であった約370,000人、2巡目の本格検査は、事故後1年間に生まれた子どもを加えた約385,000人となっている。

図1に示すように、1次検査は超音波を使って甲状腺のしこりの大きさや形を検診し、程度の軽いものから「A1」「A2」「B」「C」と判定する。大きさが一定以上で「B」と「C」と判定されれば、2次検査で血液や細胞など検査することになる。1巡目に比較して甲状腺がんが増加するかなどが検討される<sup>6)</sup>。

結果的に、この甲状腺検査では、75人にがんや疑いが出た。内訳は甲状腺がん(33名)、疑いあり(41名)、手術で良性(1名)となっており、75人のうち24人は事故直後における県民の行動調査「県民健康調査票」に回答している。この調査

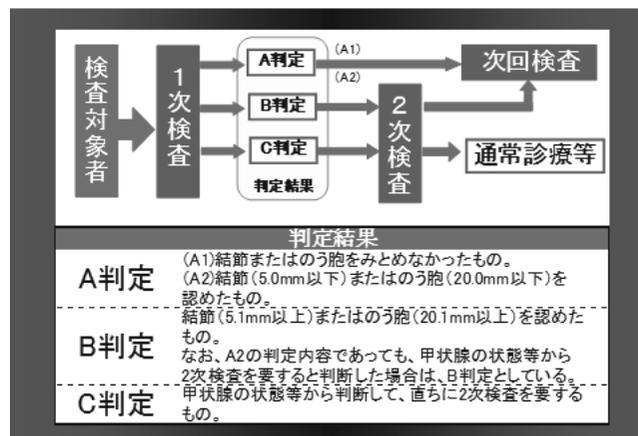


図1 甲状腺検査と判定基準<sup>6)</sup>(文献6を基に改編)

票から、事故発生後4か月間の外部被ばく線量は1 mSv未満(15人)、1 mSv以上2 mSv未満(9人)と推計されている<sup>7)</sup>。

一連の検査で発見された小児甲状腺がんの大半は、思春期前後かそれ以降の甲状腺がんであり、上記75名の平均年齢は16.9±2.6歳で、平均腫瘍径は14.3±7.6mmとしている。

この問題を扱う福島県の検討委員会では、外部被ばく線量との関係や地域・地区別の比較結果なども合わせて報告している。その結果、検査で発見されたのは、どの地域で検査をしても一定の確率で発見される自然発症の小児甲状腺がんであり、過剰な精密検査で生まれるスクリーニング効果が影響しているとの評価している。

#### 4-2甲状腺がんに対する政府・行政の見解

内閣府は福島県の検査体制を指導する山下俊一氏(福島県立医科大学副学長、長崎大学理事・副学長(福島復興支援担当))による検査と検査結果に対する解説をHP上で公表している<sup>8)</sup>。解説内容は、1)小児甲状腺超音波検査を開始した経緯、2)スクリーニング効果の懸念、3)先行検査の途中経過、4)先行検査結果の評価法、5)今後の検査スケジュール、6)今後の課題となっている。

要約すれば、2011年7月からの福島県による県民健康管理調査事業<sup>7)</sup>の一環として、2011年10月から福島県立医科大学で小児甲状腺超音波検査が開始された経緯などが示されている。また、チェルノブイリ原発事故で小児甲状腺がんが事故後4~5年以降に増加したこと、或いは青森県、山梨県、長崎県でも約4,500名に対して福島と同じ方式で検査が行われ、同一診断基準での小児甲状腺の異常所見の頻度が福島県の結果と概ね同等であったことなどから、本検査体制で発見された小児甲状腺がんは過剰検査によるものとしている<sup>7,9)</sup>。

今後の課題として、定期的追跡調査を継続すること、全国の専門家による診断や治療の標準化などを挙げている。

#### 4-3甲状腺がんの発症と地域差

福島県の面積は広大であり、原発事故による放射性物質の沈積度或いは空間放射線量率が地域毎に大きく異なっている。そのため、地域毎に<sup>131</sup>Iの

被ばく量や放射線の影響が異なる可能性が示唆されていた。そこで、福島県は原発周辺の13市町村、沿岸部、中部などに分けた地域別の診断率を調査したが、地域差は見られなかった旨の報告を行っている<sup>10)</sup>。

#### 4-4新生児異常の発生率

福島県によると、2011~2013年度の3年間で県内の新生児に先天奇形・異常が発生した割合が調査されているが、一般的発生率と差がない結果が示されている。一般的発生率は3~5%とされるが、福島県内での発生率は2%台となっており、委員会関係者は福島県内での放射線の妊産婦への影響は考えにくいとしている。

また、妊娠12週から生後1か月までに心臓奇形や脊椎の異常、ダウン症などが現れた新生児の数も同様に調査されたが、2011年度の発生率は2.85%(回答者8,538人)、2012年度は2.39%(同6,993人)、2013年度は2.35%(同7,067人)であった<sup>11)</sup>。

結論として、福島県内の地域毎の発生率に大きな差は見いだせなかった旨の報告を行っている。

因みに、日本産科婦人科学会などの産婦人科診療ガイドラインによると、先天奇形・異常の発生率は3~5%とされる。一方、日本産婦人科医会がまとめた2012年度の全国の発生率は2.34%となっているという。2011年度からの3年間で、早産や低出生体重児が出生する割合も全国的な傾向と差がないことが報告されている<sup>11)</sup>。

#### 4-5里帰り出産

図2に示すように、原発事故の影響で、一時的に大幅に落ち込んだ福島県内の里帰り出産の件数が、2012年1月を境に増加傾向を示し、2013年7月には原発事故以前の水準に回復した。福島県医師会は放射線に対する理解が広がり、妊婦らの不安が和らいだことが一因と推測している<sup>12)</sup>。

## 5. 事故後の被ばく問題(内部被ばくと外部被ばく)

放射線被ばくの影響は外部被ばくと内部被ばくにより生ずる。放射性物質が人体外部にあり、放射線を体外から被ばくする場合は外部被ばくと呼ばれ、体内からの内部被ばくと区別される。本来、

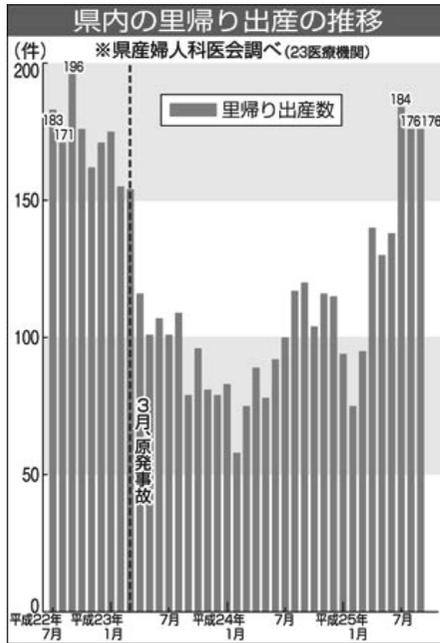


図2 福島県における里帰り出産の回復傾向<sup>12)</sup>

外部被ばくは宇宙線などの自然放射線によるものであったが、今般の事故はこれを上回る放射線を発している点に特徴がある。

放射線対策はこの2つの被ばくからの防護を目的とするものである。内部被ばくでは、放射性物質を含む空気、水、食物などの摂取に注意する必要があるが、現在、福島県で生産される殆どの食物については、Ge半導体検出装置で精密測定し、表示する体制が整備されている。検査結果を見ると、食物中の放射性濃度は問題ないレベルになっている。

例えば、米に関しては農地除染がほぼ完了し、また全袋検査が行われているためか、基準値を超過する割合は1%に満たない状況となっている。

## 6. 外部被ばく問題

### 6-1測定環境の整備

原発事故により放射性物質汚染が福島県のみならず東日本の広範囲に及んでおり、各地の空間放射線量率を上昇させた様子が示されている<sup>13)</sup>。在来、写真1に示すような空間放射線量率を測定する放射線環境モニタリングポストは、事故以前は稀にしか設置されていなかったが、現在福島県で

は相双地域 (714カ所)、県北地域 (687カ所)、県中地域 (853カ所) といったモニタリング網が敷かれている。

また、個人被ばく線量に関しては、事故直後から市町村単位で個人線量計が配布され、学童における被ばく実態が明らかになっている。

### 6-2外部被ばく線量の軽減策

原発事故による環境汚染は放射性物質が原因物質である点に特徴がある。この事故対策として、国は放射性物質汚染対処特措法を定めた。これにより、福島県を中心とした国土は、国直轄で除染を行う除染特別地域、あるいは市町村の除染計画で除染を行う汚染状況重点調査地域に指定されている。

除染特別地域は原発近傍の空間放射線量率が高い地域を指すが、汚染状況重点調査地域は平均的な空間放射線量率が0.23 μSv/h以上の地域を含む市町村を指している。2011年12月19日に年間積算線量が1 mSvを超える102市町村が、汚染状況重



写真1 空間放射線量率のモニタリング



写真2 除染作業

点調査地域に指定されている。この法的措置により、各地で除染作業が開始された。

### 6-3 除染の意義と効果

放射線対策の基本は、早期に環境中の空間放射線量率を下げることにある。除染については、理工学を専攻した研究者でも、大気、水を通して放射性物質が容易に移動して、環境中の空間放射線量率を上げているとの誤解を抱くケースがある。今回の原発事故において、そのような事例は原発近傍で起こる可能性はある。ただし、その他の地域では除染を施した土地や建物の空間放射線量率は大幅に低減し、その後上昇する事例は稀である。仮に、上昇した場合でも除染前の空間放射線量率に比較すれば、上昇する度合いは微小なものとなっている。

## 7. 内部被ばく問題

### 7-1 福島県民の内部被ばく量

原発事故を受けて、福島県が実施しているホールボディカウンターによる内部被ばく検査において、2011年6月から26年7月までの間に207,993人の県民を検査した。

検査の結果、成人で今後50年、子どもで70歳までの内部被ばく累積線量を示す預託実効線量が算出されたが、1 mSv を超えるのは、全体の0.01%に当たる26人であり、99.99%に当たる207,967人が1 mSv 未満と判定された。福島県では全測定者の被ばく量は健康に影響が及ぶ数値ではないとコメントしている<sup>14)</sup>。

### 7-2 内部被ばくと食品規準

食品中の放射性セシウム摂取によって受ける線量は、自然界から受ける放射線の線量と比べても非常に小さい。

図3に示すように、1人あたりの年間線量(日本人平均)は約1.5 mSv であるが、この内訳は、宇宙線から：0.29 mSv、大気中のラドン・トロンから：0.40 mSv、大地から：0.38 mSv、食品から：0.41 mSv となっている<sup>15)</sup>。

原発事故では、食品や飲料水による内部被ばく問題が懸念され、図4に示すように、2011年3月に食品衛生法の規定に基づく放射性物質の暫定規制

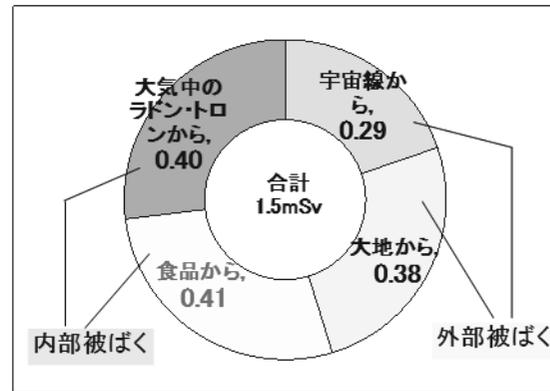


図3 内部被ばく量と外部被ばく量 (文献15) を基に作成)

値 (500 Bq/kg) が設定された。2012年4月1日には食品衛生法の規定に基づく放射性物質の基準値が設定され、玄米を含む一般食品の基準値は100 Bq/kg とされた。この基準値は、食品からの被ばく線量の上限が年間1 mSv 以下になるように計算されている。

表1に示すように、厚生労働省は国立医薬品食品衛生研究所に委託して、2014年2月から3月の間に全国15地域において、実際に流通する食品を購入し、食品中の放射性セシウムから受ける年間放射線量を推定している<sup>16)</sup>。

調査の結果、食品中の放射性セシウムから、人が1年間に受ける放射線量は、0.0007~0.0019 mSv と推定され、これは現行基準値の設定根拠である年間上限線量 (1 mSv) の1% 以下であり、極めて小さいことを示している。

## 8. まとめ

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、福島県や東日本の広い地域に放射性物質による環境汚染が生じた。この環境汚染により、地域環境の空間放射線線量率が急上昇した。これにより、地域住民の外部被ばく問題が懸念され、地域住民に深甚な心理的ストレスを与えている。とりわけ、<sup>131</sup>I による小児甲状腺癌のリスクが指摘され、38万人を超える医学的調査が行われた。

また、Cs-134, 137による外部被ばくと水や食物による内部被ばくも懸念されている。現在のところ

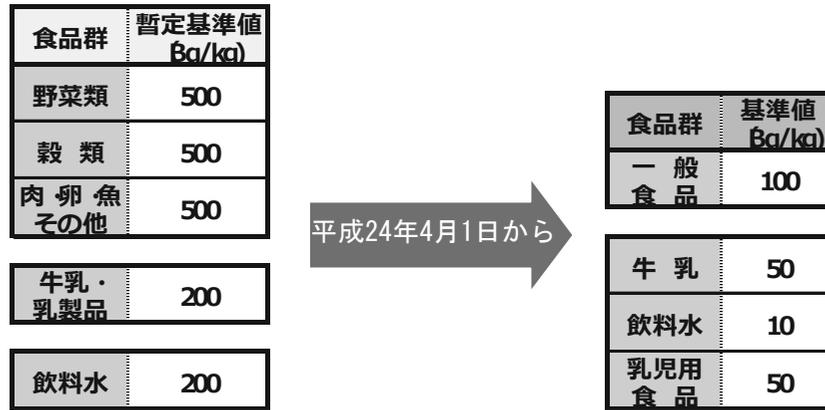


図4 食品衛生法による放射性物質の規準

表1 食品中の放射性セシウムから受ける年間放射線量<sup>16)</sup>

地域	放射線量 (mSv/年)	地域	放射線量 (mSv/年)
福島県(浜通り)	0.0019	埼玉県	0.0009
福島県(中通り)	0.0019	東京都	0.0010
福島県(会津)	0.0017	神奈川県	0.0011
北海道	0.0009	新潟県	0.0008
岩手県	0.0017	大阪府	0.0008
宮城県	0.0012	高知県	0.0009
茨城県	0.0012	長崎県	0.0007
栃木県	0.0013		

ろ、福島県においては甲状腺がん、新生児異常の発症率などにおいて、明確な健康被害は確認されていないが、科学的調査、医学的検診などを通して安心安全な地域社会を復活させることや地域住民の健康被害発症を防止する施策が求められている。

そのため、まずは生活圏の空間放射線量率を低下させる除染作業が必要となっている。

引用文献

1) Nozaki., A., Yoshino H., et al. A Study on

Environmental Pollution Caused by Radioactive Substances and its Countermeasure Techniques (Part 1), Present Situation of Radioactive Pollution and Decontamination, Healthy Buildings the 10th International Conference, Brisbane, Australia. Proceedings of the Healthy Buildings 2012, Vol.3, pp.216-220, 2012

2) 野崎淳夫、成田泰章、他. 放射性物質による環境汚染とその対策技術に関する研究(その1)、平成23年室内環境学会大会講演要旨集、pp.180-181, 2011  
 3) 野崎淳夫. 特集東日本大震災、その1 建物の被害状況と放射能汚染、放射性物質による環境汚染と除染.

空気清浄 50: 17-24, 2012

emerg/radio\_hyoka\_kaisetu.pdf (2015.7.09)

- 4) 福島民報. 東日本大震災 「原発自己関連死」アーカイブ 増え続ける本県の関連死.  
2014/12/27. [http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2014/12/post\\_11239.html](http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2014/12/post_11239.html) (2015.7.09)
- 5) NHK. NHK スペシャル. メルトダウン File.5 知られざる大量放出. 2014/12/21. <http://www.nhk.or.jp/special/detail/2014/1221/> (2015.7.09)
- 6) 福島民報. 東日本大震災 「震災から3年11ヶ月」アーカイブ 2015/02/11 <http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2015-2/> (2014.2.25)
- 7) 福島県. 第14回福島県県民健康管理調査、検討委員会県民健康管理調査「甲状腺検査」の実施状況について <http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/50302.pdf> (2015.7.09)
- 8) 首相官邸. 福島県「県民健康管理調査」報告～その2 ～ [http://www.kantei.go.jp/saigai/senmonka\\_g26.html](http://www.kantei.go.jp/saigai/senmonka_g26.html) (2015.7.09)
- 9) 特定非営利活動法人日本乳腺甲状腺超音波医学会. 平成24年度甲状腺結節性疾患有所見率等調査成果報告書. 2013 [https://www.env.go.jp/chemi/rhm/attach/rep\\_2503a\\_full.pdf](https://www.env.go.jp/chemi/rhm/attach/rep_2503a_full.pdf) (2015.7.09)
- 10) 時事通信. 甲状腺がん、疑い含め104人 = 地域差見られずー福島県. 2014/8/24 <http://news.yahoo.co.jp/pickup/6128308> (2015.7.09)
- 11) 福島民報. 県内の新生児異常発生率 全国と変わらず 県民健康調査. 2015/2/13. [http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2015/02/post\\_11504.html](http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2015/02/post_11504.html) (2015.7.09)
- 12) 福島民報. 東日本大震災 「震災 原発事故から3年」アーカイブ 原発事故前水準戻った 福島県里帰り出産数. 2014.2.26. [http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2014/02/post\\_9305.html](http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2014/02/post_9305.html) (2015.7.09)
- 13) 原子力規制委員会. 福島県及びその近隣県における航空機モニタリングの測定結果について. 2015.2.13. [http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/9000/8909/24/362\\_20140307.pdf](http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/9000/8909/24/362_20140307.pdf) (2015.7.09)
- 14) 福島民報. 東日本大震災 「震災 原発事故から3年」放射性物質と健康管理、WBC内部被ばく調査. 2014.9.11. [www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2014/09/post\\_10694.html](http://www.minpo.jp/pub/topics/jishin2011/2014/09/post_10694.html)
- 15) 厚生労働省. 食品中の放射性セシウムから受ける放射線量の調査結果 (平成26年2・3月調査分). 2014.11.26. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000066193.html> (2015.7.09)
- 16) 食品安全委員会. 食品中の放射性物質による健康影響について. 2012.1. <http://www.fsc.go.jp/sonota/>