

Risk of thyroid cancer after the Fukushima nuclear power plant accident

福島原発事故後における甲状腺癌リスク

Shunichi Yamashita^{a,b,*}, Shinichi Suzuki^{c,d}

^a Department of Radiation Medical Sciences, Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University, 1-12-4 Sakamoto, Nagasaki 8528523, Japan

^b Radiation Medical Science Center for the Fukushima Health Management Survey, Fukushima Medical University, 1 Hikarigaoka, Fukushima 960-1295, Japan

^c Department of Thyroid and Endocrinology, Fukushima Medical University School of Medicine, 1 Hikarigaoka, Fukushima 960-1295, Japan

^d Department of Thyroid Ultrasound Examination, Radiation Medical Science Center for the Fukushima Health Management Survey, Fukushima Medical University, 1 Hikarigaoka, Fukushima 960-1295, Japan

Abstract

The appropriateness of the initial response and counter measures taken following the Fukushima nuclear power plant accident after the Great East Japan Earthquake on March 11, 2011 should be further examined. Implementation of a prospective epidemiological study on human health risks from low-dose radiation exposure and comprehensive health protection from radiation should be emphasized on a basis of the lessons learnt from the Chernobyl nuclear power plant accident. In contrast, the doses to a vast majority of the population in Fukushima were not high enough to expect to see any increase in incidence of cancer and health effects in the future, however, public concerns about the long-term health effects of radioactive environmental contamination have increased in Japan. Since May 2011, the Fukushima Prefecture started the Fukushima Health Management Survey Project with the purpose of long-term health care administration and early medical diagnosis/treatment for prefectural residents. In this report, risk and countermeasures of thyroid cancer occurrence after nuclear accidents, especially due to early exposure of radioactive iodine, will be focused upon to understand the current situation of risk of thyroid cancer in Fukushima, and the difficult challenges surrounding accurate estimations of low-dose and low-dose rate radiation exposures will be discussed.

© 2013 The Japanese Respiratory Society. Published by Elsevier B.V. All rights reserved.

概要

2011年3月11日の東日本大震災の後の福島第一原発事故にしたがって摂取(経口、吸入)された対策と内部応答の妥当性はもっと検査されるべきである。低線量の被曝と包括的な放射線(衛生)防護から人体の健康リスクの予期される疫学的な研究の実施はチェルノブイリ事故から学んだ教訓に基づいて重点に置かれるべきだ。それに対して、福島の人口の大半の被曝線量はがん発生の増加と将来の健康の影響がいくつか見られるための予期は十分には高くないが、日本の放射線環境汚染の長期間の健康影響についての公の関係は増加している。2011年3月から福島県は福島健康管理調査計画を開始し、長期の健康注意の管理・運営と福島在住者の早い診断/処置を目的にしている。この論文では、核

事故後に発生した甲状腺がんのリスクと対策(特に放射性ヨウ素の早い被曝による)が福島の甲状腺がんのリスクの現在の状況を理解する上で焦点になるだろう。そして低線量と低線量率放射線被曝の精密な評価を困っている困難な挑戦が議論されるだろう。

1. Introduction

The worst nuclear power plant accident in Japan occurred just after the Great East Japan Earthquake on March 11, 2011. The scientific understanding about the relationship between radiation exposure dose and health risks continues to be indispensable for proper emergency correspondence immediately after nuclear power plant accidents. According to accumulated data from survivors of the atomic bomb analyzed by the Radiation Effects Research Foundation [1], risks of leukemia and solid cancers occur in a dose-response manner [2, 3]. Among human cancer occurrences associated with radiation, thyroid cancer risk increases not only after external exposure, but also after internal exposure to radioactive iodine, as epidemiologically clarified just after the Chernobyl accident [4-6]. Both factors are especially important to understand the health effects of radiation exposure, and a standardized measure of radiation dosage known as the Sievert unit (Sv) should be utilized. Measurements using the Sv unit have indicated that health effects between external and internal exposure are theoretically the same from the stand point of biological effects.

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災のすぐ後に日本で最もひどい原子炉事故が起こった。放射線被曝線量と健康リスクの関係について科学的に理解することは原子炉事故の後すぐに緊急の正確な対処のために絶対に必要であり続ける。放射能効果研究財団によって分析された原子爆弾の遺物(生存者)からの蓄積されたデータに従って[1]、白血病と固形がんのリスクが線量応答の挙動を以て発生する[2, 3]。放射能に関連して発生した人間のがんの中に、甲状腺がんのリスクはヨウ素の体外被曝の後だけでなく内部被曝でも増加する、チェルノブイリ事故の直後に疫学的に明らかになったとして[4-6]。どちらの要因も特に放射能被曝の健康効果を理解する上で重要、そして標準された放射線線量の適量

の測定はシーベルト(Sv)として知られており、利用されるべきだ。Sv単位が使用された測定値は体外被曝と体内被曝の間の健康効果が生物学的効果の見方から理論的に同じであることを示した。

Although by International Standard, the Fukushima nuclear power plant accident was estimated as a level 7 accident that caused massive environmental radioactive contamination equivalent to the Chernobyl accident, the actual condition and damage scales differ greatly. Thyroid blocking with suitable medication like as table iodine tablet should be prepared for the reduction and prevention of any internal exposure to radioactive iodine immediately after an accident [7]. Moreover, the safety of food should be strictly controlled by discarding polluted milk and other food items after large-scale accidents. Although the side effects and effectiveness of iodine tablet dosage needs to be verified [8], ample room remains for the development and practical improvement of campaigns to ward iodine thyroid blocking in Japan. More specifically, evaluation of the dose of radioactivity is of utmost importance, and longitudinal epidemiologic surveys, such as improvement to the regional cancer registration system and mortality surveys, would be indispensable to our precise understanding of radiation-associated cancer risk. Since thyroid cancer risk principally occurs due to a stochastic effect, and simultaneous comprehensive health risk management and risk communication are necessary for the public. In addition, an understanding of the basics of the molecular mechanisms underlying thyroid biology and carcinogenesis is also required [9].

しかし、国際標準によって、福島原発事故はレベル7の事故として推定された、これはチェルノブイリ事故に匹敵する環境の放射能汚染、現実の条件、そして次元の違う大きさの規模を引き起こす。安定なヨウ素錠剤のような薬学的適切な甲状腺保護は事故後すぐに放射性ヨウ素の内部被曝の減少と防止のために準備すべきだ[7]。さらに食の安全は大きなスケールの事故の後に汚染された牛乳と他の食品を捨てることによって厳しく管理しなければいけない。しかしヨウ素の錠剤が線量に効果的か効果がないかの側面は確かめる必要があり、日本のヨウ素の甲状腺を防ぐ運動の実践的な改良と開発のために広大な部屋が残されている。もっと具体的に言うと、放射能の線量評価は最大に重要で、そして、局所のがん記録システムと死亡率調査に改良するような長期的な疫学の調査は放射線に関連するがんリスクを精密に理解するために絶対に必要であるだろう。主となる甲状腺がんリスクが統計的效果によって発生するから、そして同時に包括的な健康リスク管理とリスクコミュニケーション*が公的に必要である。加えて、発がんも甲状腺の下で生物学的な分子原理に基づいた理解も要求される[9]。

***リスクコミュニケーション (Risk Communication)** とは社会を取り巻く**リスク**に関する正確な情報を、行政、専門家、企業、市民などのステークホルダーである関係主体間

で共有し、相互に意思疎通を図ることをいう。合意形成のひとつ。

This report outlines the nuclear accident at Fukushima and summarizes thyroid cancer risk, assuming the possibility of initial exposure to radioactive iodine and drawing lessons from the Chernobyl nuclear accident.

この論文は福島原発事故と甲状腺がんリスクのまとめを略述する。これはチェルノブイリ事故からの教訓を描いて放射性ヨウ素の内部被曝の可能性を仮定している。

2. Chernobyl accident and thyroid cancer risk

On the early morning of April 26, 1986, an explosion occurred in the Chernobyl Nuclear Power Unit No.4 High Power Channel-type Reactor, a water-cooled, graphite-moderated nuclear power reactor designed in the former Soviet Union (existing Ukraine). The nuclear reactor and the building that housed the reactor were destroyed by the accident. Subsequently, a fire broke out and spread rapidly due to scattering of hot black lead. Large-scale radioactive material was released into the environment until May 6, 1986. The main radioactive materials emitted were iodine-131, cesium-134, cesium-137, niobium-95, cerium-144, ruthenium-103, ruthenium-106, strontium-90, plutonium-239, and plutonium-240, which reached a total amount of 14 exabecquerel. An exabecquerel is a unit representing 1000 quadrillion times (10^{18}). Although large particles of strontium and plutonium descended in an area less than 100 km from the nuclear plant, other radioactive materials were widely diffused in the Northern Hemisphere around Europe [10].

2. チェルノブイリ事故と甲状腺がんリスク

1986年4月26日の朝はやく、チェルノブイリ原子力ユニットNo.4 高出力チャンネルタイプ原子炉(水冷)が爆発した。これはソビエト連邦(現在のウクライナ)が設計した黒鉛減速原子炉。原子炉とその建屋はこの事故によって壊れた。その後、出火し熱い黒鉛の産卵によってすぐに広がった。巨大なスケールな放射性物質1986年5月6日まで環境に放出された。主に放出された放射性物質は ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{95}Nb , ^{144}Ce , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{90}Sr , ^{239}Pu そして ^{240}Pu で、これは合計14 EBq(エクサベクレル)に達する。EBqは百京(10^{18})倍を示す。しかし、プルトニウムとストロンチウムの大きい粒子は原子炉から100 km未満の領域に落ち、他の放射性物質はヨーロッパ周りの北半球に広く拡散された[10]。

Immediately after the accident, external exposure became a problem for workers inside the nuclear power plant or in nearby high-dose areas, whereas internal exposure became a problem for nearby residents exposed indirectly to radioactive fallout.

事故後すぐ原子炉内作業者または高線量領域における体外被曝が問題になった。反対に放射能の原子灰降下の間接的に被曝した近隣の在住者の内部被曝が問題になった。

In particular, iodine-131 contamination was found in milk derived from pastured cows that fed on iodine-131-contaminated grass from the surrounding Chernobyl area; this was a critical problem for the local residents. Due to insufficient restriction of the distribution and ingestion of the iodine-131-contaminated milk by the government, people continued to consume the contaminated milk, particularly children from Belarus, Russia, and the Ukraine of the former USSR during the Cold War era. Chernobyl is an inland area that previously lacked iodine contamination. When ingested, the thyroid gland selectively takes in iodine, including iodine-131. Therefore, milk contaminated with iodine-131 was the contributing factor that exacerbated internal exposure to the thyroid glands of children who ingested the contaminated milk. These children were exposed to an estimated dozen to several thousand millisievert dose of radiation to their thyroid gland. As a result, it has been reported that infant thyroid cancer (papillary adenocarcinoma) increased rapidly in children, especially those aged 0–5 years at the time of the accident [11]. The case-control study supports a positive relationship between childhood thyroid cancer occurrence and thyroid iodine-131 exposure [12]. The dose threshold of radiation-associated thyroid cancer in childhood has not been scientifically clarified, and no consensus exists on the threshold according to the hypothesis of the linear non-threshold (LNT) model [13]. However, some reports using theoretical models from Chernobyl, such as the LNT model, suggest that the critical internal thyroid exposure doses are conservatively more than 50–200 mSv in children [4–6]. Thyroid dose re-evaluation poses many difficulties; however, a comparative study on children who were born before and after the Chernobyl accident supports the etiological role of short half-life radioactive iodine on childhood thyroid cancer, despite a lack of direct measurements of the dose of thyroid exposure [14].

特に¹³¹Iの汚染は拡散したチェルノブイリ領域から¹³¹Iで汚染された牧草を与えられている放牧した牛由来の牛乳で発見された。そしてこれは地域在住者にとって致命的な問題である。政府によって¹³¹Iで汚染されたミルクの摂取と配給の不十分な制限によって、人々は汚染されたミルクを消費し続けた、特に冷戦時代の間のUSSR(ソビエト連邦)を形成したウクライナ、ロシア、ベラルーシからの子供達。チェルノブイリは最初ヨウ素汚染がない内陸である。これら(ミルク)が摂取された時、¹³¹Iを含んだヨウ素を選択的に甲状腺は取得する。したがって¹³¹Iで汚染されたミルクは、これを摂取した子供の甲状腺への内部被曝を悪化させる(ことを寄与する)要因だ。この子供達の甲状腺に数千mSv放射線被曝線量が多数推定された。結果、小児甲状腺がん(乳頭状腺癌)が急速に増加することが報告された[11]、特にこの事故が起きた時期で0-5歳の子供達で。場合分け管理の研究は子供食の甲状腺癌発生と¹³¹Iの甲状腺被曝の間の陽の関係を保証している[12]。子供食の甲状腺癌に関する放射線のしきい値線量は科学的に明らかに存在しなく、そ

して世論は線形のしきい値がない模型(LNT model)仮説に従ってしきい値は存在しない[13]。しかしチェルノブイリからの閾値模型を用いた幾つかの報告(LNTモデルのような)は子供において控えめにも50-200 mSv以上の致命的な甲状腺内部被曝を指摘する[4-6]。甲状腺被曝線量の再評価は多くの困難を出す(困らせる)が、チェルノブイリ事故発生前と後生まれた子供の比較研究は子供の甲状腺がんにおける短い半減期のヨウ素の放射能の因果関係の役割を保証する、直接の甲状腺被曝線量測定がないにもかかわらず[14]。

Then umber of thyroid cancers cases continues to increase, even 25 years after the accident [15], and has amounted to approximately 6000 thyroid cancer patients [16]. This peak of infant thyroid cancer has shifted to adult hood. The detailed molecular mechanism of thyroid carcinogenesis is still being examined, but signature genes associated with radiation exposure have not been identified [17]. However, high-frequency gene polymorphisms (SNPs) have been found in European populations surrounding Chernobyl [18], and these SNPs were found to be largely, although not fully, overlapping with the original SNPs that are related with cancer risk, according to studies that determined disease-susceptibility genes in thyroid cancer patients [19].

事故から25年経っても、甲状腺癌の症例数は増加し続け[15]、そして甲状腺癌患者数は約6,000である[16]。この小児甲状腺癌のピークは成人食へ移行した。この詳細な甲状腺癌の分子メカニズムはまだ研究しているが、放射線被曝で遺伝子にサインすることがまだ識別されていない[17]。しかし、高頻度の遺伝子多型性(SNPs)がチェルノブイリを囲んでいるヨーロッパの人口で発見され[18]、そしてこのSNPsは大きい、完全ではなく、がんリスクを公表した元のSNPsを覆い、甲状腺癌患者の疾患感受性遺伝子に決定された研究に従っている[19]。

Iodine-131 decays quickly with a half-life of approximately 8 days; however, radioactive cesium remains in the environment much longer. The physical half-life of cesium-134 and cesium-137 is 2 years and 30 years, respectively. Radioactive cesium can contaminate many animals and plants through pollution of the food chain. High-level cesium-137 was detected in mushrooms, grapes, and meat 20 years after the Chernobyl accident, and internal exposure through ingestion continues in parts of Belarus, the Ukraine and Russia [20].

¹³¹Iは半減期約8日で早く崩壊するが、放射性セシウムはもっと長く環境に残っている。¹³⁴Csと¹³⁷Csの物理学半減期はそれぞれ2年と30年である。放射性セシウムは食物連鎖の汚染を通して多くの動物と植物を汚染することができる。チェルノブイリ事故の20年後、高レベルの¹³⁷Csがキノコ、ブドウ、そして肉が検出され、そしてロシア、ウクライナ、ベラルーシの各所で継続摂取を通じた内部被曝が(観測された) [20]。

As per a report on Chernobyl published as a joint forum by the International Atomic Energy Agency (IAEA), the World Health Organization (WHO), and others, 20 years after the accident, only infant thyroid cancer was accepted as a consequence of radiation after the accident, while other malignant tumors and changes to the body resulting from cesium including leukemia and other solid cancers were not accepted [21]. Moreover, no difference was seen in the rate of congenital abnormality between cesium-contaminated areas and non-contaminated areas. In the joint forum, it was specified that the greatest health problems after a large accident are mental and psychosocial consequences.

事故20年後、国際原子力機関(IAEA)、世界保健機構(WHO)、そして他機関による共同フォーラムとして発行したチェルノブイリの報告書より、小児甲状腺がんのみは事故後放射能の結果として受理した、他の悪性腫瘍と白血病と他の固形がんを含んだセシウムから生じた体内転移が受理されなかった間に[21]。さらにセシウム汚染地域とそうでない地域との生まれつき奇形(児)の比の差異が無いことが見られた(確認された)。この共同フォーラムでは、大きな事故の後のもっとも大きな健康問題は精神と心理的結論であると明示された。

3. Radiation dose estimation after the Fukushima nuclear power plant accident

All nuclear reactors at the first and second TEPCO-Nuclear Power Plants in Fukushima stopped automatically after the Great East Japan Earthquake on March 11, 2011. Continuous cooling is needed for nuclear fuel and spent nuclear fuel in a nuclear reactor or a spent nuclear fuel pool for the decay to remove the heat generated; however, all power supplies to reactors nos. 1–4 for cooling were lost due to the earthquake, tsunami, hydrogen explosion, and other disasters that occurred in succession. As a result, a lot of radioactive material was emitted to the outside environment and spread through the wind. Besides the nuclear power plant workers and surrounding residents who intervened within a 20 km radius of the accident, almost all residents near the nuclear power plant took refuge at least 2–3 km away by March 11, then moved 10 km away, and finally moved 20 km away according to the resident evacuation order on March 12. Within 48 h, approximately 77,000 local residents fled from the 20 km zone and later, many people evacuated from all restricted areas.

3. 福島原発事故後の放射線被曝線量推定

最初に全ての原子炉、次いで東京電力(TEPCO)福島原子力発電所が2011年3月11日の東日本大震災の後自動停止した。継続冷却が原子炉燃料と原子炉の核燃料を使い果たすまたは生成された熱を取り除くため崩壊した核燃料プールを使い果たすために必要である。しかし、原子炉No.1-4に冷却のために供給する電力は地震、津波、水素爆発、そして連続的に発生した他の災害によって失われた。結果、多くの

放射性物質が環境の外へ放出され、そして風によって拡散された。原子炉そばの従業者と事故の半径20 km内で干渉された周りの住民は、原子炉近くのほとんど全ての住民は3月11日のうちに2–3 km離れた方向へ避難し、そして最終的に、3月12日に住民避難状態にしたがって20 km離れて移動した。48時間以内に、約77,000の地域住民が20 km区域から避難し、遅れて多くの人々が全ての制限されたエリアから退避した。

Although body surface screening for the evacuees of the Fukushima Prefecture started on March 13, the cutoff value for whole body decontamination at the screening level was up to 100,000 cpm, using the GM survey meter (diameter of 5 cm) on and after March 15. Radioactive material spread from the nuclear power plant to the northwest through the southeastern wind on the afternoon of March 15, and a high spatial dose rate of approximately 20 mSv/h was observed in Fukushima city, about 60 km from the nuclear power plant. According to the environmental data measured in Fukushima, radioactive material dispersed through the wind after the hydrogen explosion occurred at the nuclear power plant and contaminated all surfaces. The main radioactive nuclide emitted from the nuclear power plant was iodine-131. According to measurements of the area using a high spatial dose rate, an immediate declining trend of iodine-131 in the environment was observed. Other radioactive nuclides emitted from the nuclear power plant included cesium-134 and cesium-137, which have long physical half-life and thus deposit in soil, on roofs, on outer walls of buildings, and other surfaces for a long time.

3月13日に福島県の避難者の身体表面スクリーニングが開始されたが、スクリーニングレベルで全身除染のカットオフ値は100 kcpm以上で、直径5 cmのGM管サーベイメータを使用した、その日と3月15日の後。放射性物質が3月15日の午後北東の風によって原子炉から北西へ拡散し、そして原子炉から約60 kmの福島市で約20 μ Sv/hの高い空間線量率が観測された。福島市の観測された環境データに従って、放射性物質は水素爆発の後風によって原子炉と汚染された全ての表面で拡散した。原子炉から放射される主な放射性核種は¹³¹Iだ。高空間線量率を使用した領域の測定に従って、環境の¹³¹Iの直接の減衰傾向は観測された。他の核種は¹³⁴Csと¹³⁷Csを含んだ原子炉から放射され、それらは長い半減期を持ちすなわち土壌や屋根の上、建物の壁の外、そして他の表面に長い時間堆積した。

Restrictions on shipments and the sales of food containing radioactive iodine and cesium began with milk from the Fukushima Prefecture and spinach from the Fukushima, Ibaraki, and Tochigi Prefectures on March 21. The safe interim standard level for food was set at a maximum annual internal exposure dose of 5 mSv at the end of March following the accident, and shipment restrictions and restrictions on food exceeding this value were implemented. As of April 2012, the annual internal

exposure dose became stricter at 1 mSv following the stabilization of the nuclear power plant.

船輸送と、放射性ヨウ素とセシウムで汚染された食品の売買の制限が3月21日に福島県からミルク、そして福島、茨城、栃木からほうれん草において始まった。事故以降3月末にしばらくは安全な食品の標準水準が最大5 mSv/yearの内部被曝が設定され、そして船輸送制限とこの値を超える食品の制限が実行された。2012年4月に、年間内部被曝線量は原子炉の安定の後に1 mSvと厳しくなった。

Unfortunately, the calculation and prediction of the concentration of radioactive materials in the air, the radioactive dose, and other measurements immediately after the accident could not be performed due to insufficient information on the source of emission, which was based on the weather survey data, radiation data, wind velocity and System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information (SPEEDI). The members of the Radiation Medical Assistance Team dispatched from Nagasaki University stayed in Fukushima from 16:00 on March 14 to 17:00 on March 19 to observe and announce the spatial dose rate of Fukushima and the calculated dose of radioactivity. These levels were predicted to be 1354 mSv, but the integrated value read from personal dosimeters was 42–62 mSv over 4 days. Most measurements were taken indoors, while the spatial dose rate was measured at a height of 1 m from the ground outside. In many cases, the actual external exposure dose was relatively low because buildings shielded radiation levels. However, further verification from local residents and evacuees from Fukushima is required, and it is important to utilize these individual effective dose data for appropriate action in the case of future accidents.

不運にも、事故後すぐの空気中の放射性物質汚染、放射線量、そして他の測定の前測と計算ができなかった、放出された線源において情報が不十分なため、その情報は天候測量データ、放射能データ、風速、そして環境緊急線量情報(SPEEDI)の前測システムを基にしている。長崎大学から派遣された放射線医学補助チームが福島に3/14 16:00から3/19 17:00に滞在した、福島の間隙線量率を観測し報告し、そして放射線量を計算するために。この水準は1354 μ Svと予測されたが、個人線量計から読まれた積算線量は4日を超えて42-46 μ Svであった。ほとんどの測定は屋内で取られ、その間隙線量率は外の地表から1 mの高さで観測された。多くの場合、実際の外部被曝は建屋が放射線を遮蔽したので相対的に低かった。しかし地域住民と福島からの避難者のさらなる検証が要求される、これら個々の実効線量係数を利用することは将来の事故の場合の適切な行動のために重要である。

Estimations of external radiation exposure doses for people residing in Fukushima at the time of the earthquake were conducted as a basic investigation under a prefectural health management survey by the Fukushima Prefecture

[22]. The study protocol for this survey has been detailed elsewhere [23]. Data from an original basic survey targeting residents of the evacuation prepared zone were collected from a preliminary investigation conducted over 4 months until July 11, 2011. The maximum estimated external exposure levels of 9747 people (excluding the radiation operation workers) of Kawamata-cho (Yamakiya area), Namie-cho, and Iitate-mura were found to be 23 mSv. Thus, 94.6% were exposed to doses of <5 mSv per year, and, if including those that were exposed to doses of <10 mSv, 99.3% of the population were exposed. The most recent data released from the Fukushima Prefecture on December 2012 indicated that the average dose of more than 300,000 residents was <1 mSv. The Health Management Survey Committee of Fukushima examined these results and stated, “it is difficult to consider the level of health impairments caused by radiation,” but the management of health and efforts toward the reduction of future radiation exposure, such as decontamination and a avoidance of contaminated foods, are continuously required.

大震災の時福島に在住していた人々の内部被曝の推定は福島県による県の健康管理調査の下の調査に基づいたとして処理(実行)された[22]。この調査の研究議定書は他の場所に詳細にされている[23]。区域を用意した排泄物の残り(区域の原因となった放射性物資の残りを意味する)を標的にしている研究に基づいたオリジナルなデータは2011年6月11日までの4か月を超えて実施された最初調査から収集された。川俣町(山木屋村: yamakiya-mura)、浪江町、そして飯舘村の放射線従事者を除いた9747人の外部被曝水準の最大推定値は23 mSvであることがわかった。したがって、94.6%は年間5 mSv未満を被曝し、そしてもし年間10 mSv未満の被曝なら99.3%が被曝したことになる。もっとも最近のデータは福島県から2012年12月からは公表され、3,000の在住者以上の平均は1 mSv未満であることを示す。福島県の健康管理調査委員会はこの結果と状況を試験し、「放射線によって引き起こされる健康障害を考慮することは困難である。」としたが、将来放射線被曝の低下に対しての健康と影響の管理(除染や汚染商品避けることなど)は継続して必要である(要求されている)。

Children in Iitate-mura and Iwaki Prefecture have been hypothesized to have thyroid radiation exposure possibly reaching 100 mSv by SPEEDI, although they were residing outside the 20 km range. According to report by Hirosaki University [24], levels of radiation subjected to the thyroid gland may have reached 10 mSv in infants who stayed within 20 km at the time of the accident, and prospective observation of these infants is required. Furthermore, direct measurements of internal exposure soon after the accident suggest a low possibility of any stochastic health effects [25].

飯舘村といわき市の子供達にはSPEEDIによると100 mSvに達する甲状腺被曝を持つと仮説が提唱されたが、彼らは20 km圏の外に住んでいた。弘前大学による報告書にしたが

って[24]、甲状腺への指摘された放射能の水準は事故の時20 km圏内にいた小児に10 mSvに達するだろう、そして小児の将来の(見込み)観測が要求される。さらに、事故後すぐの内部被曝直接測定は幾つかの確率的な健康効果の低い陽性を指摘する[25] (つまり健康被害は低い確率的に存在する)。

The WHO released estimated results of exposure levels around Fukushima in May 2012. Using SPEEDI, prediction data were calculated conservatively from a viewpoint of protection, assuming that the residents did not take refuge for 4 months after the accident in the prepared evacuation area of the nuclear power plant and did not limit their consumption to that of restricted food [26]. According to these assumptions, a 1-year-old child's thyroid radiation dose would be 10–100 mSv in Minami-soma, Iwaki, and Iitate-mura, the prepared evacuation areas, and 1–10 mSv in the prefectures adjacent to Fukushima. However, these data largely deviate from the actual values calculated by thyroid screening and examination using the Whole Body Counter test mentioned above. Further, it is necessary to promote cooperation with international organizations and come to a consensus on accurate dose estimations based on these ~~actual~~ actual data.

WHOは2012年5月に福島周りの被曝水準の推定結果を公表した。SPEEDIを用いて、予知したデータは防護の観点から控えめに計算し、原子炉の排泄物が用意している場所の事故の後4ヶ月間避難した住民と制限された食品の消費を彼らは制限したと仮定している[26]。これらの仮定にしたがうと、1歳の子供の甲状腺被曝は南相馬市、いわき市、飯館村の排泄物が用意された領域において10-100 mSvであろう、福島に隣接する県で1-10 mSvであろう。しかしこれらのデータは実際の甲状腺スクリーニングと上記に記した全身検査を使った試験の計算値から大きく逸脱している。さらに、国際機関との共同が推奨され、そしてこれらの実際のデータに基づいて蓄積線量の推定一致にする必要がある。

3.1. Thyroid ultrasound examination in Fukushima

Basic investigation of dose estimations in Fukushima including the following measures have begun: (1) thyroid ultrasound, (2) health check up, (3) mental health performance and lifestyle examination, and (4) examination of expecting and nursing mothers. The progress of these measures are uploaded onto the homepage of the Fukushima Medical University [27]. Results of the environmental radiation dose and investigation into thyroidal radiation exposure dose indicated that there were very few health effects, and these effects were considered restrictive. However, on the basis of a rise in thyroid cancer risk in those exposed to radiation through radioactive iodine ingestion during childhood in Chernobyl, thyroid ultrasound examination was conducted from October 2011 for approximately 360,000 people aged ≤ 18 years. Initial thyroid ultrasound examination of approximately 38,000 people among 48,000 candidates

(approximately 80%) of the preparatory evacuation zone was completed by March 2012, and the examination area was enlarged sequentially around Fukushima city after May 2012. Diagnostic criteria and protocol were introduced and evaluated under an external committee of thyroid specialists in cooperation with associated academic societies. These criteria was developed in response to the need for precision management, evaluation of diagnosis by thyroid ultrasound, and a secondary examination. Most images were considered within a normal range, but examples of minute node and benign findings (e.g., cysts) existed. Standardization of the diagnostic imaging and observation processes was also attained [28]. Approximately 0.5% of those screened required a detailed secondary examination, which included a detailed ultrasound examination, blood test, urinalysis, and cytological diagnosis (Table 1). Although technological changes such as improvements in ultrasound diagnostic instrument that detects small changes (such as cysts and nodules) at a ratio of high frequency have occurred, it is necessary to pay close attention to changes using qualitative diagnosis over time. Hereafter, medical examinations inside and outside the prefecture have been organized using introduction and accuracy control of these criteria, and thyroidal examination will continue for all candidates over the next 2 years. Even if the fixed group of approximately 360,000 people attains an age of 420 years, medical examination will continue to be conducted every 5 years, and the success or failure of the long-term follow-up survey is important.

3.1. 福島の甲状腺超音波試験

以下の測定を含む福島の線量推定の基本的な調査が始まった：(1)甲状腺超音波、(2)健康診断、(3)精神状況と生活スタイルの試験、そして(4)養母と期待の試験。これら測定過程は福島医療大学のホームページにアップロードされている[27]。環境放射能被曝と甲状腺の被曝への調査結果は、健康効果はあまり少ないことを示し、そしてこれらの効果は低下していると考えられた。しかし、チェルノブイリの子供食品の間の放射性ヨウ素の研究を通して放射線被曝における甲状腺がんリスク向上に基づいて、年齢18以下の約36,000人を対象に2011年10月に甲状腺超音波試験が実施された。排泄物が用意された区域にいる48,000人の候補者の間から約38,000人(約80%)の最初の超音波試験が2012年3月に完了し、そして試験領域は2012年3月後福島市あたりに順次拡大された。診断基準と推奨は導入され、関係する学会の協力で甲状腺のスペシャリストの外部委員会の下評価された。これらの基準は精密な管理の必要、甲状腺超音波による診断の評価、そして次の試験への応答に発展された。ほとんどの画像は通常な大きさ以内と考慮されたが、微小な節と良性の所見物(包嚢など)が存在した。診断画像と観測過程の標準化も獲得した(達成した)[28]。これらスクリーンした約0.5%は次の試験の詳細を要求する、ここで超音波試験、血液検査、尿検査、そして細胞診を含む(表1)。高頻度の比で小さな変化(包嚢や小瘤など)を検出できる超音波診断機器の改善などによる技術変化をしたが、時間に対する

診断の質を使用した変化には注意を払う必要がある。この後、県内と県外の医療検査ははじめと精密なこれらの基準の管理を使用して計画され、そして甲状腺検査は次の2年にわたる全ての候補者が継続されることになった。たとえば約36,000人の決められたグループが20歳以上に成長したとしても、医療検査は毎5年に検査が継続され、そして長期間の追跡調査の成功または失敗が重要である。

In addition, survivors of the atomic bomb in Hiroshima and Nagasaki were mainly exposed to external radiation, which led to an outbreak of the solid tumors after a 10-year latency period. Therefore, we re-evaluated the statistical differences between cancer risk by radiation exposure, which was higher than 100 (>200) mSv [29]. Furthermore, Furukawa et al. recently reported a significant dose-response relationship between externally exposed organ-dose and thyroid cancer risk estimation at the level of more than 150–200 mSv [30]. Despite of low dose radiation exposure on thyroid glands, efforts toward understanding the public concern in the risk of external and internal radiation-associated thyroid cancer in Fukushima, especially in children, should be further performed.

加えて、広島と長崎の原子爆弾の生存者は多量に外部放射線被曝され、その方は10年の潜伏期間の後に個体腫瘍の発生に導かれる。したがって、放射線被曝によるがんリスクの間の統計的差を再評価し、100(>200) mSvよりも高かった[29]。さらに古川らは臓器線量の外部被曝と150-200 mSv以上の水準で推定された甲状腺がんリスクの間の関係の有意な線量応答を報告した[30]。甲状腺の低線量被曝にもかかわらず、公に理解する方向への努力は福島県の甲状腺癌に関する放射能の外部と内部被曝のリスクを、特に子供に、さらに実行されるべきである。

In contrast to the initial increase of childhood thyroid cancer 4–5 years after the accident in Chernobyl, which was mainly caused by internal exposure to radioactive iodine, the precedent thyroid examination currently conducted at Fukushima also checks for underlying disease in the thyroid gland by a sophisticated screening before evaluating the effect of the nuclear power plant accident. Furthermore, the prevalence of disease is expected to rise due to the implementation of routine thyroid ultrasound screening in Fukushima, but will also clarify the health effects of radiation, protect the health of residents in the long-term, and continue careful correspondence. In particular, countermeasures based on scientific evidence and the international peer-reviewed processes [16], which utilize the lessons of the Chernobyl accident, are required, and the simultaneous development of mental care facilities in Fukushima are needed to meet the social and psychological needs of the residents.

チェルノブイリ事故の後最初の4-5年は子供の甲状腺がんが増加したことに対して(対照に)、これは主に放射性ヨウ素の内部被曝によって引き起こされた、福島で行われた

現代の先例も甲状腺検査も原子炉事故の効果の評価前に洗練されたスクリーニングによって甲状腺の診断に基づいて確認した。さらに、疾病罹患(病気の流行)は福島県の甲状腺超音波スクリーニングによって予期されるが、放射線の健康効果も明らかにし、長期間の住民の健康保護、そして慎重な対応を続けるだろう。特に科学的証拠と内部検査過程に基づいた対策[16](チェルノブイリ事故の教訓を利用した)は、要求され、そして同時に福島県の精神ケア施設の開発が住民の社会的そして心理社会的なニーズに対応するために必要である。

4. Summary

The risk of radiation-associated thyroid cancer in Fukushima is quite different from that of Chernobyl at the stand point of the level of thyroid dose exposed by the accident. However, we have learned an importance of initial countermeasures that efforts toward the administration of stable iodine just before exposure to radioactive iodine released after an unexpected nuclear disaster should be made to increase public safety and avoid unnecessary fear for radioactive iodines iodine released. Administration would prevent the stochastic effect of low-dose, internal exposure of radioactive iodine after a nuclear disaster and the potential increased risk of thyroid cancer among children. Thus, it is necessary to establish a system for long-term follow-up of all children in Fukushima in order not only to overcome a lack of or uncertainty of initial internal thyroid dose estimation but also to keep their physical and mental health in calm and peace for along time.

4. まとめ

福島県の放射線に関する甲状腺癌のリスクは事故による甲状腺被曝の水準の観点でチェルノブイリのそれとは全く異なる。しかし、我々は最初の対策の重要性を学んだ、それは予期しなかった原子核災害の後に放射した放射性ヨウ素の被曝に直前に安定なヨウ素の投薬への努力は放射性ヨウ素の放出の可能性の不必要な公的な安全性と回避の向上にしなければならない。投薬は確率的な低線量効果、原子核災害の後の放射性ヨウ素の内部被曝、そして子供の間の甲状腺がんのリスク向上の潜在的上昇を予防するだろう。したがって、福島県のすべての子供たちの長期間追跡調査のシステムを立証する必要がある、長期間の平穏で平和な物理的と精神的健康の彼らの継続だけでなく、最初の甲状腺内部被曝線量の推定の不確定性または不足を圧倒させないために(克服するために)。

There were several lessons to be learned after the Fukushima nuclear power plant disaster, although it is perhaps too early to understand the mall. In particular, re-examination of the evacuation preparation area, pre-distribution of stable iodine tablets, correspondence with residents after the accident, re-examination of public risk communication, and the development of an optimal guide line for revival and restoration after a large accident are necessary. Fortunately, there were no victims of acute

Table 1 – Results of thyroid examinations conducted by the Fukushima Medical University.

Determination	Basis of determination	Number of people	Proportion (%)
A			
(A1)	No nodules or cysts	24,468	64.2
(A2)	Nodules smaller than 5.0 mm and/or cysts smaller than 20 mm	13,460	35.3
B	Nodules larger than 5.1 mm and/or cysts larger than 20.1 mm	186*	0.5
C	Secondary examination required immediately due to state of thyroid gland, involvement of regional lymph nodes, etc.	0	0
Total number of people examined by FMU		38,114	
Explanation of determinations: For A1 and A2, a wait-and-see approach can be taken until the time of the next examination (FY2014 or thereafter). For B and C, a secondary examination is required. (The related individuals are notified of the time and place of the examination and then examined).			
* There were cases where both nodules and cysts were found.			

radiation syndrome in Fukushima, and hypothyroidism resulting from deterministic effects is unlikely.

福島原子炉事故の後の教訓は幾つかあるが、すべてのこれらを理解するためには多分まだ早い。特に排泄を用意した領域の再試験、安定ヨウ素錠剤の事前配布、事故後の住民の対応、公的な報道リスクの再試験、そして大きな事故後の回復と再建の最適なガイドラインの開発が必要である。幸いにも、福島の実質の放射性症候群の実際の被害者はいなかった。そして決定的な効果からの結果として甲状腺機能不全の傾向は見られない。

Finally, debate and contradictory reporting about the management of papillary microcarcinoma of the thyroid with a diameter <1.0 cm exists for those who are diagnosed with subclinical cancer in childhood and adulthood [31–33]. Careful analysis of thyroid ultrasound data that takes into account not only potential screening bias and exaggerated incidence rates of thyroid disease [34], but also the treatment strategies and outcomes is required [35].

最後に、1.0 cm未満の直径の甲状腺の乳頭の微小がん管理について報告した討論と論争が、子供食品と成人食品の垂臨床的な診断された彼らに存在する[31-33]。慎重な甲状腺の超音波データの分析はバイアスをスクリーニングの潜在と勘定されただけでなく[34]、処置の戦略と成果が要求されている。

Reference

- [1] Radiation Effects Research Foundation [Internet]. Hiroshima: A Cooperative Japan-US Research Organization; c 2007 [updated 2013 April 12; cited 2013 April 23]. Available from: (http://www.ref.or.jp/index_e.html).
- [2] Pierce DA, Shimizu Y, Preston DL, et al. Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part I. Cancer 1950–1990. 1996. *Radiat Res* 2012; 178: AV 61–87.
- [3] Preston DL, Shimizu Y, Pierce DA, et al. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: solid cancer and non cancer disease mortality: 1950–1997. 2003. *Radiat Res* 2012; 178: AV 146–72.

- [4] Jacob P, Kenigsberg Y, Zvonova, et al. Childhood exposure due to the Chernobyl accident and thyroid cancer risk in contaminated areas of Belarus and Russia. *Br J Cancer* 1999; 80: 1461–9.

- [5] Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, et al. I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident. *Environ Health Perspect* 2011; 119: 933–9.

- [6] Ivanov VK, Kashcheev KK, SYu Checkin, et al. Radiation-epidemiological studies of thyroid cancer incidence in Russia after the Chernobyl accident (estimation of radiation risks, 1991–2008 follow-up period). *Radiat Prot Dosimetry* 2012; 151: 489–99.

- [7] Hänscheid H, Reiners C, Goulko G, et al. Facing the nuclear threat: thyroid blocking revisited. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96: 3511–6.

- [8] Spallek L, Krille L, Reiners C, et al. Adverse effects of iodine thyroid blocking: a systemic review. *Radiat Prot Dosimetry* 2012; 150: 267–77.

- [9] Suzuki K, Yamashita S. Low dose radiation exposure and thyroid carcinogenesis. *Jpn J Clin Oncol* 2012; 42: 563–8.

- [10] Saenko V, Ivanov V, Tsyb A, et al. The Chernobyl accidents and its consequences. *Clin Oncol* 2011; 23: 234–43.

- [11] Kazakov VS, Demidchik EP, Ashtakova LN. Thyroid cancer after Chernobyl. *Nature* 1992; 359: 21.

- [12] Cardis E, Kesminiene A, Ivanov V, et al. Risk of thyroid cancer after exposure to I-131 in childhood. *J Natl Cancer Inst* 2005; 97: 724–32.

- [13] International Commission on Radiological Protection [Internet]. United Kingdom: Nonprofit Organization [updated 2013 April 18; cited 2013 April 23]. Available from: (<http://www.icrp.org/>).

- [14] Shibata Y, Yamashita S, Masyakin VB, et al. 15 Years after Chernobyl: new evidence of thyroid cancer. *Lancet* 2001; 358: 1965–1966.

- [15] Demidchik YE, Saenko VA, Yamashita S. Childhood thyroid cancer in Belarus, Russia and Ukraine after Chernobyl and at present. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2007; 51: 748–62.

- [16] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2008 report to the general assembly with scientific annexes. Volume II, scientific annexes C, D and E. New York: United Nations; 2011.

- [17] Saenko V, Yamashita S: Chernobyl thyroid cancer 25 years after: in search of a molecular radiation signature. *Hot Thyroidology* [Internet]; 2010. HT8/10. Available from: (<http://www.hotthyroidology.com/>).
- [18] Takahashi M, Saenko VA, Rogounovitch TI, et al. The FOXE1 locus is a major determinant for radiation-related thyroid cancer in Chernobyl. *Hum Mol Genet* 2010; 19:2516-23.
- [19] Gudmundsson J, Sulem P, Gudbjartsson DF, et al. Discovery of common variants associated with low TSH levels and thyroid cancer risk. *Nat Genet* 2012; 44:319-22.
- [20] Hayashida N, Sekitani Y, Kozlovsky A, et al. Screening of 137Cs body burden due to the Chernobyl accident in Korosten, Zhitomir City, Ukraine; 1998-2008. *J Radiat Res* 2011; 52:629-33.
- [21] International Atomic Energy Agency. The Chernobyl Forum: 2003-2005. Austria: 2006. p.52. Available from: (<http://www.iaea.org/Publications/Booklets/Chernobyl/chernobyl.pdf>).
- [22] Fukushima Prefecture [Internet]. Fukushima: [updated 2013 April 22; cited 2013 April 23]. Available from: (http://www.cms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_ID%&DIRECT%&NEXT_DISPLAY_ID%U000004&CONTENTS_ID%24287).
- [23] Yasumura S, Hosoya M, Yamashita S, et al. Study protocol for the Fukushima health management survey. *J Epidemiol* 2012; 22:375-83.
- [24] Tokonami S, Hosoda M, Akiba S, et al. Thyroid doses for evacuees from the Fukushima nuclear accident. *Sci Rep* 2012; 2:507.
- [25] Matsuda N, Kumagai A, Ohtsuru A, et al. Assessment of internal exposure doses in Fukushima by a whole-body counter within one month after the nuclear power plant accident. *Radiat Res* 2013; 179:663-8.
- [26] World Health Organization. Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. Geneva; 2012. 120p.
- [27] Prefectural Residents' Health Management Survey By Radiology Health Management Center of Fukushima Medical University [Internet]. Fukushima: c2013 [updated 2013 April 23; cited 2013 April 23]. Available from: (<http://fukushima-mimamori.jp/>).
- [28] The Japan Association of Breast and Thyroid Ultrasound Committee for Thyroidal Terminology's Diagnostic Criteria. Guidebook of thyroid ultrasound diagnosis. 2nd ed., Nankodo, Tokyo; 2012.
- [29] Ozasa K, Shimizu Y, Suyama A, et al. Studies of the mortality of atomic bomb survivors, report 14, 1950-2003; an overview of cancer and non-cancer diseases. *Radiat Res* 2012; 177:229-43.
- [30] Furukawa K, Preston D, Funamoto S, et al. Long-term trend of thyroid cancer risk among Japanese atomic-bomb survivors: 60 years after exposure. *Int J Cancer* 2013; 132:1222-6.
- [31] The American Thyroid Association Guideline Taskforce. Management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid* 2006; 16:109-42.
- [32] AACE/AME Task Force on Thyroid Nodules. American Association of Clinical Endocrinologists and Associazione Medici Endocrinologi medical guidelines for clinical practice for the diagnosis and management of thyroid nodules. *Endocr Pract* 2006; 12:63-102.
- [33] British Thyroid Association. Guidelines for the management of thyroid cancer. 2nd ed. London. Royal College of Physicians. 2007.
- [34] Taniguchi N, Hayashida N, Shimura H, et al. Thyroid nodular findings observed ultrasonographically in Japanese children. *J Med Ultrason* 2013; 40:219-24.
- [35] Sugitani I, Toda K, Yamada K, et al. Three distinct different papillary thyroid microcarcinoma should be recognized: our treatment strategies and outcomes. *World J Surg* 2010; 34:1222-31.

山下 俊一 (やました しゅんいち、1952年-) は日本の医学者。国立大学法人長崎大学理事・副学長兼福島県立医科大学副学長(非常勤)、福島県放射線健康リスク管理アドバイザー、等を務める。1952年に長崎県長崎市で生まれる。迫害を受けてきた浦上の隠れキリシタンの子孫で^[1]、洗礼名ボナベンツァとして乳児洗礼を受けた^[2]カトリック信者である^[3]。同市城山地区で聖アウグスチノ修道会のアメリカ人司祭トマス・パーセル神父らが創立したカトリック城山教会^{[4][5]}で育ち、山下本人によれば「私の信仰の種はパーセル神父様やシスター方からのもの」であるという^[6]。また、「聖アウグスチノ修道会やサンモール修道会の聖職者からたくさんの愛情を受けて育てられました」とも語っている^[2]。両親が長崎市への原子爆弾投下で被爆した被爆二世^[7]。母親は16歳の時^[8]に中川町で被爆した^[9]。親戚について、本人は「親戚郎党みんな原爆で亡くなりました」と語っている^[10]。子供の頃からアルベルト・シュヴァイツァーや永井隆を尊敬しており、2012年1月13日に東京都で行われた内閣府野口英世アフリカ賞担当室のインタビューに対し、「生命への畏敬」と「如己愛人」が座右の銘と答えている^[11]。永井隆の心を胸に刻んで医学の道に進んだ^{[12][13]}。また、野口英世も尊敬していたので、当初は熱帯医学に憧れていた^[11]。カトリック系の聖マリア学院小学校・中学校で幼稚園から中学校まで教育を受け^[14]、その後は長崎県立長崎北高等学校で学んだ^[15]。1978年3月に長崎大学医学部を卒業。長崎大学医学部附属病院(現長崎大学病院)での最初の2年間の研修を第一内科高岡善人教授の下で過ごし、その後は神経班、内分泌代謝膠原病班、消化器班を経て、第三内科で橋場邦武教授に循環器について学んだ^[16]。臨床系大学院に戻り、和泉元衛そして長瀧重信教授の下で学んだ^[16]。1984年に長崎大学大学院医学研究科博士課程修了。長崎大学教授(当時)長瀧重信の支援により、1984年から1987年の3年間アメリカのロサンジェルス・シダース・サイナイ医療センター(Cedars-Sinai Medical Center)に研究留学^[17]し、帰国後は文部教官に採用され、長瀧教授の下で長崎大学医学部第一内科助手として働いた^{[18][19]}。1989年に博士論文"Glucose stimulation of protooncogene expression and deoxyribonucleic acid synthesis in rat islet cell line"を提出し、医学博士の学位を取得、翌年の1990年に長崎大学医学部附属原爆後障害医療研究施設(原研)教授に就任^[16]。当時は日本全国で1、2位の若さであり、講師、助教授を

経ずに助手から教授となったため、[毎日新聞](#)に「三段跳び」と報道された^[19]。就任当時、山下は「原研である以上、被爆者の自覚をもって平和運動につながるような（医療面での）社会活動もしたい」と語っていた^[19]。

- [2000年原子力委員会](#)における「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」第五分科会構成員^[31]
- [2002年](#)原子力安全委員会 原子力施設等防災専門部会が作成した「[原子力災害時における安定ヨウ素剤予防服用の考え方について](#)」^[32]の主査を務める
- [2003年](#)長崎大学永井隆国際ヒパクシャ医療センター所長を兼務
- [2004年12月15日](#)世界保健機構(WHO)本部環境健康局放射線専門科学官に2年間派遣^{[33][34]}
- [2006年](#)長崎大学大学院医歯薬学総合研究科附属原爆後障害医療研究施設教授に復帰*[2009年](#)長崎大学大学院医歯薬学総合研究科長、原子力委員会における原子力安全研究専門部会・環境放射能安全研究分科会構成員^[35]同年[11月5日](#)に日本甲状腺学会理事長に就任^[36](~2013年12月)^[37]。
- [2011年3月19日](#)、[福島県放射線健康リスク管理アドバイザー](#)に任命^[38]
- 同年[4月1日](#)福島県立医科大学特命教授(非常勤)となる^[39]
- 同年[2011年4月11日](#)から[5月31日](#)まで、[文部科学省原子力損害賠償紛争審査会](#)委員を務めた^{[40][41][42]}
- 同年[7月15日](#)に長崎大大学院教授を研究休職し、[福島県立医科大学](#)特命教授・副学長(業務担当)(常勤)兼放射線医学県民健康管理センター長に、[神谷研二](#)・[広島大原爆放射線医学研究所](#)長と共に就任^[43]。
- [2013年4月1日](#)付で、研究休職期間満了により長崎大学へ復職し、同大学副学長(福島復興担当)及び国立大学法人長崎大学理事(国際・附置研究所担当)国際連携研究戦略本部長兼産学官連携戦略本部長就任。同時に福島県立医科大学副学長は非常勤となる。

2011年3月21日の「ニコニコ笑っている人に放射能はきません」という山下の言葉は世界中に反響を呼び、ドイツやフランスからもインタビューに来るほどであった^[188]。[アメリカ](#)では2011年[6月10日](#)、「[デモクラシー・ナウ!](#)」で環境活動家のアイリーン・スミスが福島県の健康調査とそれを率いる山下について、「100ミリシーベルト浴びても心配ない」という見解を「ニコニコ笑っている人には来ません。クヨクヨしている人に来ます」という発言とともに、紹介した^[189]。8月には[ドイツのデア・シュピーゲル](#)からインタビューを受け、発言内容の意図等に関して質問を受け、山下は自分を非難する人々は「専門家ではない」とし、約200万人の福島県民を対象とする健康調査を、「科学界に記録を打ち立てる大規模な研究になる」と発言した^[190]。9月には、フランス国立科学研究センターの経済学者であるティエリー・リボー(Thierry Ribault)が日本財団主催の国際会議「放射線と健康リスク」や健康調査について、山下の3月の発言「100マイクロシーベルト/hを越さなければ、まったく健康影響を及ぼしません(年間876ミリシーベルト)やその後の「年間100ミリシーベルト」を引用しつつ、これらが「科学詐欺」であるとしている^[191]。ドイツZDFテレビ「フロンタル21」は福島市民講演会の映像とともに山下が「ニコニコ笑っていれば放射能の被害は受けません。クヨクヨしていれば受けます」「動物実験はありませんが、困難な時にもクヨクヨしなければ健康被害はないのです」「毎時100マイクロシーベルト以下ならいずれにしろ健康に害はありません」という発言を放送した^[192]。しかし、動物実験の部分は誤訳となっており、「100マイクロシーベルト」発言が「10マイクロシーベルト」と訂正されたことも伝えられてはいない^[193]。この映像はネットを通じて世界へ発信され、日本にも日本語字幕付きで伝えられた^[192]。[台湾\(中華民国\)](#)では、2011年10月に[蘋果日報](#)がティエリー・リボーの翻訳記事を掲載した^[194]。2012年[3月5日](#)に放送された[公共電視](#)の番組である『[我們的島](#)』(私たちの島)第645集の『311の習題(311の練習問題)』と『[核電廠\(原発\)補考記](#)』で山下は、「福島の原子力災害は予測するのが難しく、ただこの一点について周辺国家は日本を手本とすべきではなく、今回の失敗を反面教師としなければならない」と語った。さらに、「災害前は『放射能は私たちとはとても遠く、しかも原子炉は百パーセント安全である』と信じていたが、この種の考え方は『完全に間違い』であることを実証した」と表明し、「私たちはリスク管理のために良く準備すべきで、それは単に危機がやってくるのがとても早いというばかりではなく、さらに一般的に言えば大衆のためである」と強調した^[195]。2012年同月、[フィナンシャル・タイムズ](#)のミュア・ディッキー東京支局長は、山下にインタビューし、その経歴や彼に対する否定的な評価に触れつつ、福島第一原発からの放射性降下物による健康被害よりも避難生活やストレスによる健康被害の方が深刻だというその確信が科学者の賛同を得ており、福島県で政府出資による最重要なプログラムの一つである今後数十年にわたる200万の県民の健康をモニターする意欲的な調査を率いる手助けをしていると書いている^{[161][196]}。2012年8月、チェルノブイリから戻ったばかりの山下は、[エコノミスト](#)の取材で、レベル7に到達したにもかかわらず福島の[放射性同位体](#)の大半が海に吹き飛ばされたので、チェルノブイリ原子力発電所事故よりもはるかに深刻ではなく、政府が汚染された食物や牛乳の消費が迅速に止められたので、チェルノブイリ周辺の子供が苦しんだような甲状腺への潜在的な問題を減らしたと力説した^[197]。2013年2月に[ネイチャー](#)は本人からの電子メールを受けて、山下が健康管理調査委員会の座長を辞任することを報じた^[198]。同年11月、[アメリカのNatural News](#)は朝日新聞連載『[プロメテウスの罠](#)』で山下がヨウ素剤の配布を拒否したことやSPEDI結果への反応を引用し、山下が放射性降下物に対して誤った情報を与えていたことを認めたと報じた^[199]。