

**厚生労働科学研究費補助金  
労働安全衛生総合研究事業**

**東京電力福島第一原子力発電所における  
緊急作業従事者の放射線被ばく量と  
水晶体混濁発症に関する調査  
(課題番号：H25 - 労働 - 一般 - 004)**

**平成 26 年度総括研究報告書**

**研究代表者 佐々木 洋  
平成 27 (2015) 年 3 月**

## 目 次

### **、 総括研究報告**

**東京電力福島第一原子力発電所における  
緊急作業従事者の放射線被ばく量と水晶  
体混濁発症に関する調査** \_\_\_\_\_ 1  
(佐々木 洋)

### **、 分担研究報告 (該当なし)**

### **、 研究成果の刊行に関する一覧表 (該当なし)**

### **、 研究成果の刊行物・別刷 (該当なし)**

## 厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業） （総括）研究報告書

### 東京電力福島第一原子力発電所における緊急作業従事者の 放射線被ばく量と水晶体混濁発症に関する調査

研究代表者 佐々木 洋 金沢医科大学眼科学講座

#### 研究要旨

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所での緊急作業従事者における放射線累積被ばく量と水晶体混濁の関連について調査する。本研究では厚生労働省が構築した東京電力福島第一原子力発電所の緊急作業従事者の被ばく線量のデータベースを活用し、50mSvを超える外部被ばく者および50mSv以下の被ばく者を対象に、被ばく後3年から5年における累積被ばく量と水晶体混濁発症の関係について、細隙灯顕微鏡所見および撮影画像を分析し検討する。平成25年度に引き続き、平成26年度も受診者の多い健診施設における健診システムの構築および水晶体徹照撮影用簡易型カメラの開発を行った。平成26年度は昨年度に行った東京電力本店勤務者、福島第一原子力発電所勤務者に加え、柏崎刈羽原子力発電所勤務者の健診を行い、計510名(1020眼)の水晶体撮影を行った。水晶体撮影は前眼部解析装置(EAS-1000、ニデック)および開発した簡易型徹照カメラを使用し、撮影画像から申請者が白内障の混濁病型について判定した。白内障の判定は3主病型はWHO分類、RetrodotsおよびWater cleftsは金沢医科大学分類を用い、Vacuolesについては特定の診断基準ではなくその有無および局在について判定した。水晶体混濁の有所見率(カッコ内は平成25年度)は皮質白内障が2.1%(1.5%)、瞳孔領皮質白内障が0.6%(0.5%)、核白内障が0%(0%)、後囊下白内障が0%(0%)、Retrodotsが0.4%(0%)、Water cleftsが2.0%(0.5%)、Vacuolesが12.6%(2.4%)であった。被ばく後4年目においても視機能に影響する放射線白内障の症例は少なかったが、後囊下白内障の初期変化である可能性が高いVacuolesの有所見率が急激に増加した。今後、後囊下白内障発症例が増加し、視機能低下を生じる症例が出てくる可能性を示唆する結果と考える。累積被ばく量との関係を確認することで、その影響の有無を判定する必要があるが、未だ被ばく線量のデータベースにアクセスできないため、累積被ばく量と水晶体混濁の関連については平成27年度に行いたい。また、昨年度から開発している簡易型徹照カメラの改良を行い、より再現性が高い画像の取得が可能となった。

## 研究分担者

氏 名：初坂 奈津子  
所属研究機関：金沢医科大学  
職 名：助 教

## A. 研究目的

本研究では厚生労働省が構築した東京電力福島第一原子力発電所の緊急作業従事者の被ばく線量のデータベースを活用し、50mSvを超える外部被ばく者および50mSv以下の被ばく者を対象に、被ばく後3年から5年における累積被ばく量と水晶体混濁発症の関係について、細隙灯顕微鏡所見および撮影画像を分析し検討する。平成26年度は昨年度に引き続き受診者の多い健診施設における健診システムの構築および水晶体混濁判定基準を策定する。また、昨年度から開発を開始した簡易型徹照撮影カメラ（CEI cameraを元にした新型簡易徹照撮影カメラ）を健診で使用し、その有用性を評価するとともに、臨床現場において問題点を検出し、より使いやすいカメラへと改良する。事業者および健診機関との協議が必要であるが、来年度以降には受診者数の多い地方眼科健診機関にカメラを設置し調査対象を広げたいが、限られた予算での研究であるため実施できるかについては現時点ではハードルが

高いと考えている。

## B. 研究方法

東京電力職員および下請け業者職員のうち東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所における緊急作業に従事した約13,000名を対象とし、そのなかで水晶体混濁に関するデータが収集可能であった者について水晶体混濁と累積被ばく量の関係について検討する。眼科健診は眼科での年1回の散瞳下での細隙灯顕微鏡検査および水晶体撮影が義務付けられており、その写真を使用し申請者が白内障の有無を判定する。白内障の判定はWHO分類および金沢医科大学分類（図1）を用い行う。

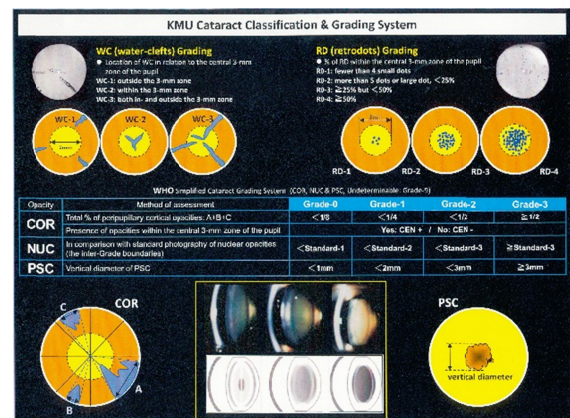


図 1

水晶体撮影法に関しては下記の指針に準じた混濁評価法および撮影法に統一し、判定の精度向上を

目指す。核、皮質、後囊下白内障の3主病型に関してはWHO分類を使用し、程度0～3の4段階、皮質白内障に関しては瞳孔領3mm以内の混濁有無についても判定する。視機能に影響する白内障副病型であるRetrodotsについては金沢医科大学分類を用いて0～4の5段階評価を行う。Water cleftsに関しては撮影画像からの判定は困難であり、今後は細隙灯顕微鏡により再現性の高い評価が行えれば金沢医科大学分類を用いて評価する。放射線による後囊下白内障の初期病変として重要なVacuolesについては、徹照撮影画像による判定が可能であり、後囊下にみられたVacuolesの個数および瞳孔領内を検討することで評価する。水晶体混濁病型の評価は、写真判定から申請者である佐々木が全て行う。また、統計解析については加齢白内障のリスクファクターである年齢、性別、糖尿病の有無、その他得られるものを調整した上で、被ばく量と白内障との関連を検討する。本調査ではコントロール群がないため、極めて被ばく量の少ない者をコントロール群として、被ばく量の多い群との比較も行う予定である。統計解析は初坂が担当する。

### **（倫理面への配慮）**

対象者の個人情報および被ばく量に関しては、厚生労働省のデー

タベースを活用する。健診では個人名は使用せず、測定機器には通し番号のみ登録を行う。

### **C. 研究成果**

本年度は受診者の多い施設である東京電力本店勤務者、福島第一原子力発電所勤務者、柏崎刈羽原子力発電所勤務者における健診を行い、計510名（1020眼）の水晶体撮影を行った。水晶体撮影は前眼部解析装置（EAS - 1000、ニデック）および簡易型徹照カメラを使用し、水晶体徹照画像およびスリット画像の撮影を行い、撮影画像から申請者が白内障の混濁病型について判定した。水晶体混濁の有所見率は皮質白内障が2.06%、瞳孔領皮質白内障が0.59%、核白内障が0%、後囊下白内障が0%、Retrodotsが0.39%、Water cleftsが1.96%、Vacuolesが12.55%であった。昨年度より対象者数が増えてはいるが、昨年度の有所見率（皮質白内障が1.51%、瞳孔領皮質白内障が0.45%、核白内障が0%、後囊下白内障が0%、Retrodotsが0%、Water cleftsが0.45%、Vacuolesが2.42%）に比べ本年度は高く、この1年で新たに白内障初期変化を発症した症例が多くみられた。放射線白内障に特徴的な後囊下白内障の初期病変である可能性がある後囊下中央3mm以内のVacuolesの有病率も昨年度（1.96%）に比べ、本年度（7.45%）

は急激に増えており、来年度以降に後嚢下白内障を発症する症例が増える可能性がある。

昨年開発した水晶体徹照撮影用簡易型カメラを健診で使用し、改良点について検討した。今までのカメラでは撮影は明室で使用していたが、周囲環境からの光の入射によるアーチファクトを予防する意味で本年度からは暗室で使用した。徹照画像をきれいに撮影するためには虹彩面に合わせる必要があり、眼球とカメラの距離を微調整しなければならない。暗室で行うには難しいため、カメラ装置にLEDライトを組み込み、暗室での微調整・撮影を可能にした。また、暗室でも被験者が固視灯を見やすいように、装置内部に赤・緑のLEDライトを取り付けた。さらに、ライトや固視灯のバッテリーは電池を使用していたが、長時間の撮影に合わせて、電源を使用するものへと改良を行った。

## D. 考 察

本年度は後嚢下白内障の初期病変である可能性が考えられている後嚢中央部の Vacuoles の有所見率が急激に増えたことを確認できたことは、本縦断的調査での大きな成果と言える。被ばく量との関係がまだ検討できていないため、これが本当に放射線被ばくの影響であるか断定できないが、その可能性は十分にあると考える。今後も長期に渡りこれらの症例を追跡調査すること

により、被ばく量と初期混濁発症時期の関係、初期病変の進行過程を明らかにすることで、低線量被ばくによる水晶体への影響をより明確にできる可能性がある。

本年度に関しては、症例番号と撮影画像のみを東京電力側から提供されているため、同一症例について昨年度との比較ができず、年齢に関する情報の提供もまだであるため、年齢の影響についても検討できていない。水晶体の累積被ばく量と年齢については、近日中に昨年度までのものを東京電力側から提供してもらえることになったので、今後は累積被ばく量と水晶体混濁の関係について検討し、それらへの年齢の影響についての検討も行いたい。本年度までの累積被ばく量については、来年度中には東京電力側から入手し、本年度での各種水晶体混濁発症と被ばく量の関係について解析したい。

受診者数が多い健診施設に開発した簡易型徹照撮影用カメラを設置して調査を行う予定であったが、限られた予算であり調査の実施は極めて困難であるのが現状である。しかし、開発中の簡易カメラはEAS-1000 と同等の画像が得られることも確認しており、今後の放射線白内障の評価に有用であると考えられた。可能であれば来年度以降の調査において受診者数が多い健診施設に本カメラを設置し、新たに健診システムを構築したい。

## E. 結 論

被ばく後 4 年では視機能に影響する放射線白内障の症例は非常に少なかったが、この 1 年で初期白内障の有所見率が急増したため、今後視機能に影響する白内障を生じる症例が増加する可能性は否定できない。

## F. 健康危険情報

該当なし

## G. 研究発表

### 1 . 論文発表

A. Arnarsson, H. Sasaki, F. Jonasson: Twelve-year Incidence of Exfoliation Syndrome in the Reykjavik Eye Study. Acta Ophthalmol. 91:157-162, 2013

佐々木 洋 : 1 . 白内障の有病率. 眼科 特集、白内障の常識. 55:227-233, 2013

佐々木 洋 : 加齢白内障のリスクファクター. 日本白内障学会誌. 25:9-17, 2013

佐々木 洋 : 感覚器疾患 白内障. 今日のためのガイドライン外来診療 2014. 546-549, 2014

佐々木 洋 : 放射線白内障 . 臨眼 . 68:1667-1672, 2014

初坂奈津子、佐々木一之、河上 裕、佐々木麻衣、佐々木 洋 : Casey Eye Institute (CEI) camera による混濁水晶体画像の評価 . 臨眼 . 68:1413-1420, 2014

初坂奈津子 : 部位別 前眼部 水晶体 . 臨眼増刊号 ターゲット別画像診断お助けガイド . 68:87-93, 2014

### 2 . 学会発表

佐々木 洋 : 白内障病型と白内障手術適応. 第 52 回日本白内障学会総会. (千葉、'13.06)

佐々木 洋 : インターベンショナルラジオロジー従事者における放射線被曝と白内障. 第 67 回日本臨床眼科学会. (横浜、'13.10.)

N. Hatsusaka, K. Sasaki, H. Sasaki: A comparison between casey eye institute (CEI) camera system and the EAS-1000 camera in recording retro-dot opacities. 2013 ARVO. (Seattle, '13.05)

M. Takahashi, H. Osada, N. Mita, E. Shibuya, N. Hatsusaka, Y. Takahashi, Y. Sakamoto, K. Sasaki, E. Kubo, H. Sasaki: Contrast acuity in eyes with different types of lens opacity. 2013 ARVO. (Seattle, '13.05)

K. Nagai, N. Mita, N. Hatsusaka,

R. Honda, K. Sasaki, H. Sasaki: Factors influencing visual function in eyes with retrodots by difference in size. 2013 ARVO. (Seattle, '13.05)

遠田詩野、坂本保夫、渋谷恵理、高橋 舞、三田哲大、初坂奈津子、佐々木麻衣、長田ひろみ、高橋依子、久保江理、浅野浩一、佐々木一之、佐々木 洋: 白内障の混濁型からの視機能の予測. 第 39 回水晶体研究会. (東京、'13.01)

初坂奈津子、佐々木麻衣、佐々木一之、佐々木 洋: 簡易型カメラによる混濁水晶体および眼内レンズ挿入眼の徹照撮影画像の評価 Casey (OHSU)カメラとEAS-1000との比較. 第 39 回水晶体研究会. (東京、'13.01)

高橋 舞、佐々木麻衣、渋谷恵理、初坂奈津子、佐々木一之、久保江理、佐々木洋: 日本人における白内障主病型および副病型の有所見率. 第 52 回日本白内障学会総会. (千葉、'13.06)

遠田詩野、初坂奈津子、坂本保夫、高橋 舞、長田ひろみ、久保江理、佐々木 洋: 白内障の混濁病型からの視機能予測. 第 52 回日本白内障学会総会. (千葉、'13.06)

初坂奈津子、田村美華、三田哲大、佐々木一之、HM. Cheng、F.

Jonasson、佐々木 洋: 日本人・台湾人・アイスランド人における水晶体屈折力の比較. 第 52 回日本白内障学会総会. (千葉、'13.06)

浅野浩一、高橋 舞、初坂奈津子、坂本保夫、佐々木一之、F. Jonasson、佐々木 洋: 白内障における混合型混濁病型の特徴. 第 52 回日本白内障学会総会. (千葉、'13.06)

三田哲大、初坂奈津子、渋谷恵理、佐々木麻衣、高橋 舞、長田ひろみ、柴田奈央子、佐々木一之、久保江理、佐々木 洋: 透明水晶体眼内高次収差と水晶体・後方散乱強度の関係. 第 49 回日本眼光学学会. (京都、'13.09.)

河上 裕、初坂奈津子、佐々木麻衣、佐々木一之、佐々木 洋: Casey Eye Institute (CEI) camera による混濁水晶体画像の評価. 第 67 回日本臨床眼科学会. (横浜、'13.10.)

佐々木 洋: 眼光学から考える白内障診療. 第 239 回鹿児島眼科集談会. (鹿児島、'13.12)

P. Steinkamp, K. Sasaki, N. Hatsusaka, F. Fraunfelder, H. Sasaki: Correlating retroillumination images of lens opacity subtype with the change in vision. World Ophthalmology Congress of the International Council of Ophthalmology. (Tokyo. '14.04)



H. Osada, N. Hatsusaka, E. Shibuya, M. Sasaki, M. Takahashi, A. Nakano, E. Kubo, T. Abe, K. Tsubota, H. Sasaki: Data-analysis pre-study of initial lenticular findings in emergency workers at Tokyo Electric Power Fukushima Nuclear Power Plant. 13<sup>th</sup> Congress of the International Society of Ocular Toxicology. (Kanazawa, '14.10)

P. Steinkamp, K. Sasaki, N. Hatsusaka, F. Fraunfelder, H. Sasaki: Use of the casey eye institute camera for recording lens opacity sub-types and correlation with vision quality. 13<sup>th</sup> Congress of the International Society of Ocular Toxicology. (Kanazawa, '14.10)

## **H. 知的財産権の出題・登録状況（予定を含む）**

### **1 . 特許取得**

該当なし

### **2 . 実用新案登録**

該当なし

### **3 . その他**

該当なし