

資料 Data

広島原爆の初期調査で収集された被爆岩石資料と その原爆放射線研究への利用

静岡 清¹・佐藤大規²

Application to the atomic-bomb radiation dose study of rock samples collected in the early survey of the Hiroshima atomic bomb

Kiyoshi SHIZUMA¹ and Taiki SATO²

要旨：広島原爆が投下されたあとの1945年（昭和20年）10月から12月に原爆災害の岩石学的調査が行われ、岩石資料の収集が行われた。広島大学ではこれらの被爆資料がそのまま保管されていたので、40年後の昭和63年以降、原爆中性子線量評価と広島市内にのこる原爆のフォールアウトの調査に使用された。被爆資料中に生成された中性子誘導放射能、¹⁵²Euおよび⁶⁰Coを測定することにより、現在では資料の収集が不可能な爆心地周辺原爆中性子線量を決定する貴重なデータを提供した。また、戦後の核実験によるグローバルフォールアウトの影響を受けていないので広島市内における原爆フォールアウトの被爆者に及ぼす被曝線量を推定することができた。これらの資料は平成24年3月に広島大学総合博物館に寄託された。

キーワード：広島原爆、岩石資料、残留放射能、フォールアウト、被曝線量評価

Abstract: In September 1945 after detonation of the atomic bombs at Hiroshima and Nagasaki, a special investigation committee was organized by the National Research Council of Japan. The purpose of the committee was to study scientific, engineering and medical aspects of the atomic bomb catastrophe. In the geological and geographical field, in situ observation and sampling were performed from October to December in 1945. Many stones, bricks, roof tiles and ceramic products near the hypocenter were collected, which provided information on the effects of heat on various substances. Since then these samples have been preserved without disturbance at Hiroshima University, and have played an important role in the evaluation of atomic-bomb radiation studies through the measurement of residual radioactivities of ¹⁵²Eu and ⁶⁰Co, and fallout of ¹³⁷Cs. These samples were consigned to the Hiroshima University Museum in 2014 for peace education and to serve peace education.

Keywords: Hiroshima atomic bomb, geological samples, residual radioactivity, fallout, A-bomb radiation evaluation

I. はじめに

1. 原爆災害の初期調査

1945年（昭和20年）9月に発足した日本学術会議の原爆災害調査委員会の調査（日本学術会議、1953）の中で物理学者、化学者の現地調査とともに、地質学者、地理学者である渡辺武男（東京帝国大学）、山崎正男（東京帝国大学）小島丈児（広島文理科大学）、長岡省吾（広島文理科大学）、平山 健（地質調査所）により広島での現地調査が行われた。この調査の目的は原爆災害物の地質学的、岩石学的観察により剥離現象、

溶融現象の範囲および爆心地の推定であった。広島での調査は1945年（昭和20年）10月11～13日に行われ、その後、長崎について10月15～19日に調査が行われた。さらに、1948年（昭和23年）5月7日に渡辺、山崎により広島の、また5月13日に長崎の再調査が渡辺、山崎により行われた（田賀井、2004）。種々の被災物の調査においては被災状況の詳細な観察記録がとられ、代表的資料については採取が行われ、さらに薄片を製作して顕微鏡観察が行われた。調査の結果は「広島および長崎における原子爆弾災害物の地質学的

1 広島大学工学研究院特任教授；Special Appointment Professor, Hiroshima University

2 広島大学総合博物館；Hiroshima University Museum

および岩石学的観察」として原子爆弾災害調査報告集第一分冊理工学編に報告（渡辺ほか，1953）されている。また，同様の内容は英文で発表（Watanabe et al., 1954）されている。東京大学に送られた被爆資料と渡辺のフィールドノートについては「石の記憶—ヒロシマ・ナガサキ」（田賀井，2004）として詳細に報告されている。

原爆災害後，広島文理科大学と前身諸校の構成員により自然科学の分野，および，人文科学の分野において，被災調査・研究および復興への努力と取組が「原爆と広島大学 生死の火 学術編」（広島大学原爆死没者慰霊行事委員会，1977）に綴られている。地学科岩石学教室の小島，長岡は上記，学術調査委員会の調査に引き続き現地調査を継続して行った。「原爆と広島大学」の中の小島の地学分野に関する報告（小島，1977）によればこの現地調査において当時，広島文理科大学の学生であった秀敬（ヒデケイ）が現地調査と資料収集に大きく貢献したことが記されている。本稿においては主として秀により収集された被爆岩石資料（渡辺，小島，長岡による収集資料も一部含まれている）の詳細とその後の学術研究に果たした成果について報告する。

2. 被爆資料の岩石学的調査

中国地方には広く花崗岩地帯が分布している。広島市には花崗岩が分布しているのみでなく建造物の石材，門柱，橋，墓石造物の中に花崗岩を使用しているものが多く見られる。花崗岩は広島県倉橋島産，山口県徳山産，四国方面（伊予石など）から供給されている。花崗岩に含まれる石英（ α 石英）は573℃で β 型石英に転移するとき膨張効果により花崗岩の表面が弾け飛ぶ剥離現象が起こる（小島，1977）。岩石学調査ではこの剥離現象が広島で爆心から1000-1100 mまで認められたことが報告されている。剥離現象は爆心に近いほど著しく，爆心に対して直角な面ほど激しく，傾いた面では角度に応じて影響が小さくなる。長崎の場合は花崗岩石材が少ないが爆心から1600 mまで認められた（渡辺ほか，1953）。ほぼ爆央直下にあった島病院の鉄平石（安山岩）では剥離により，新しい岩石の面が現れた部分，溶融により出来たガラス質，剥離により飛び跳ねた石が別の表面に張り付いた部分が見られたことが報告されている（小島，1977）。

岩石，鋳物の表面の溶融現象は瓦で1200℃と報告されている。溶融温度に達すると表面が溶けてガラス質の皮膜が形成される。さらに温度が上がると著しい発泡を示すようになる。瓦の溶融が始まるのは広島で

爆心から830 m，長崎で950-1000 mと算定された。護国神社の玉砂利（安山岩）では爆心に向けた表面は灰白色のガラス質となり発泡していたことが報告されている。渡辺らは（渡辺ほか，1953）元安橋から採取した岩石切片の標本を顕微鏡で観察し，黒雲母が溶融していることを見出した。黒雲母の溶融温度は900℃であるので，爆心付近では900℃以上の熱を受けていることを見出した。

岩石学的調査の目的の一つは熱線によって岩石に残された影から爆心の方向を測定することであった。このため，万代橋に焼き付けられた欄干のあとや，墓石の調査が行われた。爆心地の調査は物理班でも行われており，物理班と協力して行われた。

3. 原爆放射線の線量評価に関する研究

昭和20年に広島・長崎に原爆が投下され多くの人々が犠牲となった。原爆放射線の人体に及ぼす生物学的ならびに医学的影響について長期的・継続的研究を行うために米国学士院のもとに昭和22年（1947年）に原爆傷害調査委員会（ABCC）が広島と長崎に設立された（放射線被爆者医療国際協力推進協議会，1992a）。ABCCでは被爆生存者12万人（広島で8.2万人，長崎で3.8万人）について疫学的追跡調査を継続している（放射線被爆者医療国際協力推進協議会，1992a）。ABCCは昭和50年（1975年）に日米両政府が共同で管理運営する（財）放射線影響研究所（RERF）となった。疫学的調査が進むなかで，被爆生存者の浴びた放射線量が必要となる。特に，広島・長崎の被曝生存者に白血病が多発することがわかってきた。このためABCCは1956年にオークリッジ国立研究所に原爆線量推定（爆心からの距離と中性子およびガンマ線の線量）を依頼した。オークリッジ国立研究所は1957年にビキニ環礁での原爆実験から中性子，ガンマ線線量を推定してABCCに提示した。この線量体系は「T57D」（放射線被爆者医療国際協力推進協議会，1992b）と呼ばれた。その後，ABCCはオークリッジ国立研究所にもっと精度の良い線量推定を要求した。このため1956年に極秘プロジェクト「ICHIBAN」計画（Auxier，1975；小林，1984）がスタートした。この研究ではネバダ核実験場で原爆実験を行い，その放射線量を測定した。また，日本家屋を建設し，遮蔽効果の測定が行われた。その後，1963年に米ソ英の部分的核実験禁止条約（PTBT）により大気圏核実験が中止されると，以後，タワー実験が開始された。これは原爆を使わない実験でネバダ核実験場に高さ500 mのタワーを建設し，裸の原子炉（HPRR）をつり下げ

て中性子線量測定の実験が行われた。ガンマ線の測定には ^{60}Co (1200 Ci) が使われた。これらの結果から1965年にT65D (1965年暫定線量) (放射線被曝者医療国際協力推進協議会, 1992b) が決定された。

放射線の人体影響の問題は1960年頃から起こり、低線量被曝の危険性/安全性についての議論となった。ハンフォード核施設の被曝労働者 (2万8千人) の調査から放射線のリスクは国際放射線防護委員会 (ICRP) の10倍高いことが報告された (中川, 2004)。このことは広島・長崎の原爆線量に間違いのある可能性を示唆した。その後、1970年代に入り、核兵器の研究がロスアラモス研究所、ローレンスリバモア国立研究所で進み、特に、中性子爆弾の開発のために出力の計算コードが開発された。ロスアラモス研究所でこの計算コードにより広島・長崎原爆線量の見直しを行うと、T65Dと異なる結果となった。その頃、ロスアラモス研究所の倉庫から広島原爆のモデル3個が発見されて、広島原爆についてより詳細な計算が行われた (Whalen P. P., 1987)。1981年、5月に広島・長崎の原爆線量に関する第1回日米合同ワークショップが開催され、以後、1986年3月の広島で最終会議まで5回の日米合同ワークショップが開催されて、1987年に新線量システムDS86 (Dosimetry System 1986) (RERF, 1987) が決定された。DS86では広島原爆の中性子線量はT65Dの1/10に減少し、大きく変更された。ガンマ線量は遠距離 (1.5km) で約2倍増加した。長崎原爆では中性子線量は1/2~1/3となり、ガンマ線量は不変であった。DS86はその後、国際基準ICRP1990などの基礎データとなった。

DS86の未解決問題として残留放射能 ^{60}Co の測定値と計算値の不一致が見られた (Kerr et al, 1987)。また、計算が中心で残留放射能測定データとの比較はあまり行われなかった。その頃から、新しく熱中性子誘導放射能として ^{152}Eu や ^{36}Cl 、速中性子誘導放射能として ^{63}Ni や ^{41}Ar が原爆速中性子スペクトルの評価に使えることがわかった。1980年頃から原医研の星、工学部の葉佐井らは原爆中性子、ガンマ線量を実験的に検証するために広島市内から被爆試料を収集して残留放射能の測定を開始した。原爆から40年以上経過した当時、市内に残る被爆試料としては改築前の旧市役所、日赤病院、キリンビヤホールなどの被爆建造物、橋の花崗岩橋柱、護岸の石垣、墓石などであった。このため、以下に述べるような爆心付近で集められた被爆岩石資料は重要な役割を果たした。こうして広島長崎で多くの残留放射能の測定データが蓄積され、また、速中性子線量評価のための ^{63}Ni のデータも蓄積されて

DS86に基づく計算値と比較された。その結果、DS86に修正が加えられて、2003年に原爆新線量システムDS02 (RERF, 2005; 放射線被曝者医療国際協力推進協議会, 2012) が決定された。

II. 岩石学教室の被爆岩石資料

1. 被爆岩石資料の経緯

昭和20年に被爆資料の岩石学的研究のために収集された岩石資料が40年後に原爆放射線の線量評価の研究に有用な資料としての役割を果たすことになった。本章ではその経緯を述べる。なお、本章では情報をいただいた関係者に敬称をつけて表記する。

1987年 (昭和62年) 9~12月に原爆中性子誘導放射能 ^{152}Eu の測定の準備のために理学部地学教室の電磁分離機を使用して花崗岩の鉱物の分離を行った。12月半ごろ地学教室の南さん (技官) から「護国神社の玉砂利」らしい被爆石の標本があるのを見たことがあるとの情報を得た。 ^{152}Eu の測定に使用させてほしいと南さんと添田先生に伝えた。12月18日に標本が出てきたと連絡があり、12月22日に葉佐井先生と標本を確認した。倉庫の中から木箱で14箱、別の部屋に3箱の合計17箱が見つかった。これらの岩石標本は小島先生が集められたものだとその情報をもとに、葉佐井先生が小島先生に連絡をとると、終戦当時、小島先生は助教授で実際には学生であった秀敬先生が集められたことがわかった。また、秀先生はその時のフィールドノートと地図も保存されていた。12月25日に秀先生と原先生の立会いのもとに全標本を確認し、工学部 (東広島) に移送した。

爆心地周辺で集められた多くの被爆岩石資料は以下に述べるように原爆中性子線量評価に重要な役割を果たした。また、これらの資料は原爆の後の10月~12月に採取されており、1960年代の核実験フォールアウトによる汚染を受けていないので広島原爆の黒い雨調査において貴重な資料となった。

2. 秀先生からの情報

1992年12月5日に秀先生から葉佐井先生へ岩石資料について連絡があった。1987年に理学部から工学部に移した17箱の他にもう1箱秀先生が保管されていた被爆資料に関するものであり、以下に要約する。

- ・この木箱 (モロブタ) 一箱の標本は本来、17箱の標本と一そろいのものである。
- ・昭和46年4月 (1971年) に秀先生が理学部助教授から教養部に配置転換になったときに地学一般教育の教材に使う機会があるかと思い持ち出した。この

標本は結局そのまま、授業にも使われず、公開も展示もされないままで秀先生の定年退官を迎えた(昭和61年3月)。その後も総合科学部の廊下で他の岩石、鉍石標本を入れた木箱の間になって積み上げられたままであった。そして、総合科学部倉庫に他の標本とともに移され、さらに旧国鉄の車両を改装した倉庫に移され、さらに総合科学部半地下の一室に他の標本とともに積み上げられていた。

- ・今年(1992年)11月30日に半地下の一室から標本の入った木箱が中庭に全部持ち出された時、秀先生も立ち会ってこの木箱を取り出すことが出来た。ただちに持参した黒色ビニール袋で蓋をした。このとき総合科学部の於保幸正助教授、理学部地球惑星学科の早坂康隆助手、桜井康博助手に立ち会ってもらった。この標本は秀先生が定年退官後、何人かによって取り出されたことはない和管理されていた佐田公好教授、於保幸正助教授から聞いている。
- ・総合科学部から持ち出される時には地学系の佐田公好教授に連絡し、了解を得てください。その後、理学部地球惑星の原郁夫教授(小島先生の講座の後任)に連絡してください。私からは電話で了解を得ています。原教授の個人的意見としては理学部と総科と分離せず一緒にまとめて広島大学として永く保存する標本にしたいと言われていた。
- ・追記 私(秀先生)が野帳に記入したサンプルは長岡省吾氏に協力して調査し、採取したもの。私(秀先生)が一人で独立して実施したものではない。
- ・この原爆標本の内容物

(1) 鉄平石 2個 安山岩質 矩形板状の建築石材
爆心地の病院入口の門扉の上の平面水平に載せて固定されていた。

- ・45102718 清(セイ)病院の西の門の上部に載せてあった鉄平石
(45:年, 10:月, 27:日, 18:その日の番号)
- ・45110414 爆心(白いタイル2枚)
- ・48060414 元安橋の次に爆心部の略地図を描いています。

(2) 瓦
サンプルに朱墨で記入したサンプル番号と野帳の番号を照合していただければ採取地点が判明すると思う。私の野帳の記録は今見ると甚だお粗末で不備、不十分、誤字も不鮮明な点もありますが、記憶のおぼろげになった今となっては頼りになります。

3. 岩石資料の採取日と場所

秀先生のフィールドノートによれば昭和20年10月から12月にかけて合計7回の調査が行われている。フィールドノートの一部(第2回調査の記録)を図1に示す。全7回の調査経路と調査場所について要約する。

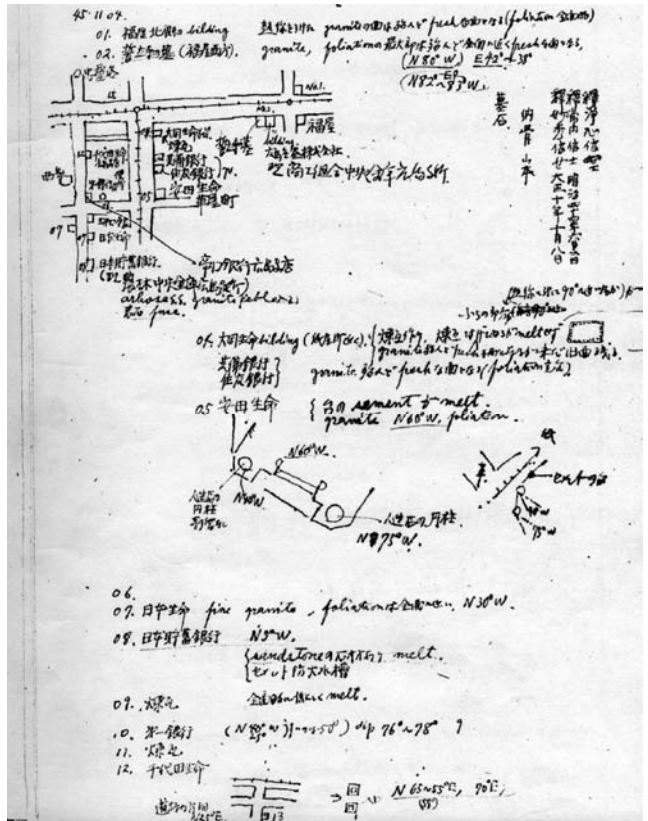


図1 秀敬氏のフィールドノートの一部
(1945年11月4日の記録)

第1回調査 日時：昭和20年10月27日

広島駅から山口町(現、銀山町)、福屋、忠霊塔、護国神社までの経路で調査が行われた。調査地点には01, 02, …17の番号が付けられている。この調査では基町地区にあった忠霊塔(日清日露戦捷記念碑)や護国神社の狛犬や玉砂利が調査されている。調査地点は17ヶ所であった。フィールドノートをもとに作成した調査経路と観測点を図2に示す。

第2回調査 日時：昭和20年11月4日

福屋(北側の別館)から出発し、爆心付近の紙屋町の中心部が調査されている。フィールドノートにも紙屋町付近の建物の位置が詳細に書かれている。調査地点は15ヶ所であった。フィールドノートをもとに作成した調査経路と観測点を図3に示す。

第3回調査 日時：昭和20年11月5日

前日(11月4日)に引き続き、横川駅から出発し、

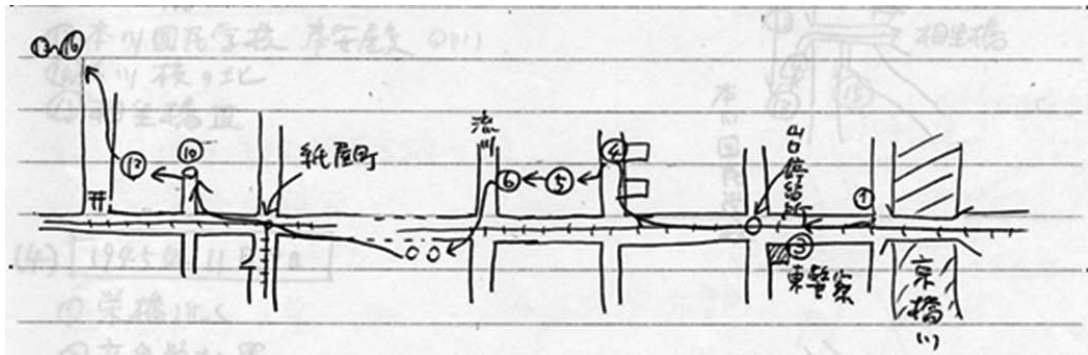


図2 第1回調査(1945年10月27日)の経路

- ①電車山口町停留所の東 ② granite の燈籠(地図に無し) ③東警察署 ④石見町 ⑤手洗の granite の台
- ⑥ granite の門標 ⑦日本勸業銀行 ⑧福屋 ⑨西練兵場東南端 ⑩忠霊塔 ⑪忠霊塔の下の玉石
- ⑫忠霊塔の西側の瓦 ⑬護国神社石垣 ⑭本殿向右側の岩獅子の台石 ⑮本殿の南面にある小さな玉石
- ⑯ granite の燈籠の屋根 ⑰護国神社入口の燈籠

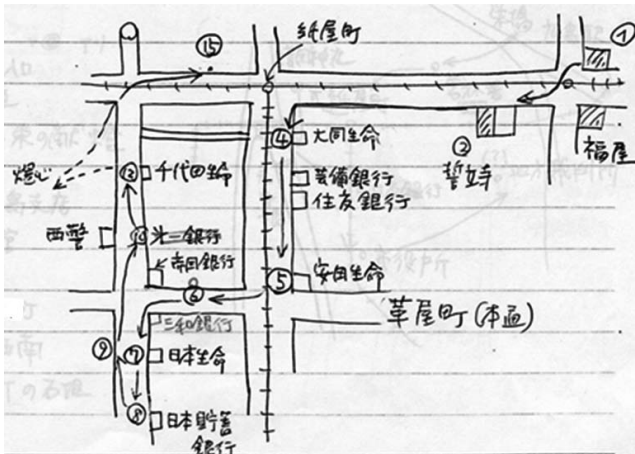


図3 第2回調査(1945年11月4日)の経路

- ①福屋北側の building ②誓立寺の墓(福屋西方) ③(地図に無し)
- ④大同生命 building ⑤安田生命 ⑥(番号のみ) ⑦日本生命
- ⑧日本貯蓄銀行 ⑨煉瓦 ⑩第一銀行 ⑪煉瓦 ⑫千代田生命
- ⑬(不明) ⑭爆心 ⑮紙屋町の西北

駅前之三篠信用組合から電車通りに沿って南下し、横川橋、寺町、本川国民学校、相生橋までの調査が行われた。調査地点は13ヶ所であった。調査経路と観測点を図4に示す。

第4回調査 日時：昭和20年11月9日

広島駅から出発し、北西側の栄橋、営林署を通過、紙屋町に入り、護国神社から元安橋に至る。その後、日本銀行広島支店から電車通りに沿って南下し、市役所、広島糧工に至り、竹屋橋、広島地方裁判所までの調査が行われた。調査地点は14ヶ所であった。調査経路と観測点を図5に示す。

第5回調査 日時：昭和20年11月13日

福島町から出発し、天満橋、芸備銀行本川支店、相生橋までの調査が行われた。フィールドノートの記録もあまり多くなく、調査地点は5ヶ所であった。調査経路と観測点を図6に示す。

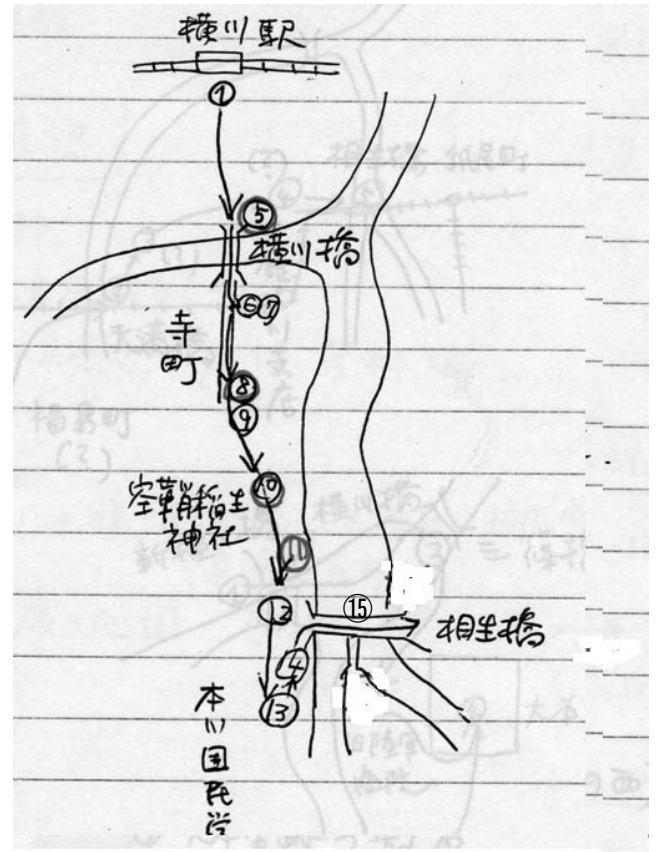


図4 第3回調査(1945年11月5日)の経路

- ①横川駅の南三篠信用組合 ②瓦(地図に無し) ③花瓶(地図に無し)
- ④(地図に無し) ⑤横川橋北畔の碑 ⑥寺(番号のみ)
- ⑦寺の内の表忠塔 ⑧(番号のみ) ⑨寺町の南の西引御堂町に近い部分
- ⑩空鞘稻荷神社 ⑪空鞘稻荷神社の南 ⑫相生橋
- ⑬本川国民学校奉安殿 ⑭本川校の北 ⑮相生橋Ⅱ

第6回調査 日時：昭和20年12月2日

横川新橋(現、新横川橋 電車軌道側)から出発し、川沿いに北東に進み、三篠橋を通過。そこから南下して旧陸軍病院、広島城内にあった大本営跡、その横にあった野砲第五連隊に至った。その後、相生橋を通過して左官町までの調査が行われた。調査地点は7ヶ所

あった。調査経路と観測点を図7に示す。

第7回調査 日時：昭和20年12月3日

前日(12月3日)に引き続き第7回調査が行われた。草屋町の安田銀行から出発し、宇品線の電車通りに沿って鷹野橋に至る。そこから明治橋に向い、川沿いに北上して万代橋を通り、現平和公園内の西福院に至り、西に進んで新大橋までの調査が行われた。万代橋はアスファルトが敷かれていたため、熱線による欄干

の影が残っていた。その観測も行われた。観測地点は8ヶ所であった。調査経路と観測点を図8に示す。

秀先生のフィールドノートにはその後、1948年(昭和23年)6月13日に東京大学の渡辺氏、山崎氏、広島大学小島氏とともに仕上げの整理 survey を行ったと記されている。この時の調査では 01：木内法華寺、本選寺、02：国泰寺の墓、03, 04：(記述無し)、05：浅野の墓所、06：安田銀行、07：住友銀行、08：護国神社燈籠、09：護国神社、10：相生橋、11：十日市停留場、12：堺境町三丁目、13：堺町一丁目8番地、14：元安橋、15：西福院を調査されている。

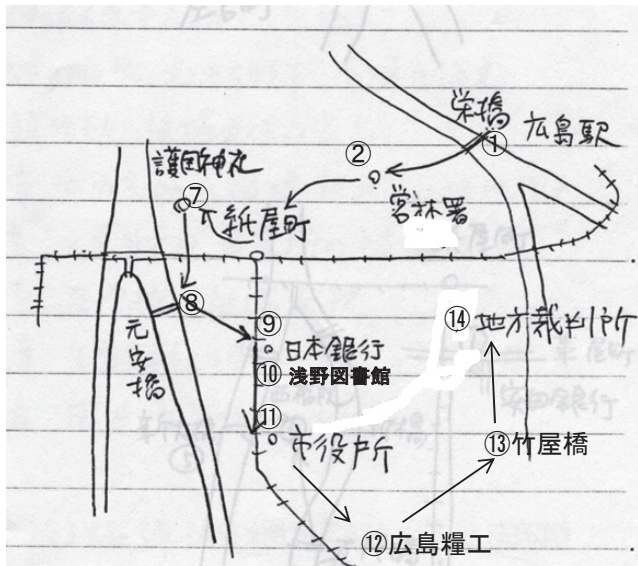


図5 第4回調査(1945年11月9日)の経路

- ① 栄橋の近くの granite の石燈籠
- ② 広島営林署
- ③ (地図に無し)
- ④ (地図に無し)
- ⑤ 旧第二部隊の入口の石垣
- ⑥ 紙屋町で出る道(地図に無し)
- ⑦ 護国神社入口東の献燈
- ⑧ 元安橋
- ⑨ 日本銀行広島支店
- ⑩ 浅野図書館
- ⑪ 市役所
- ⑫ 広島糧工
- ⑬ 竹屋橋
- ⑭ 地方裁判所

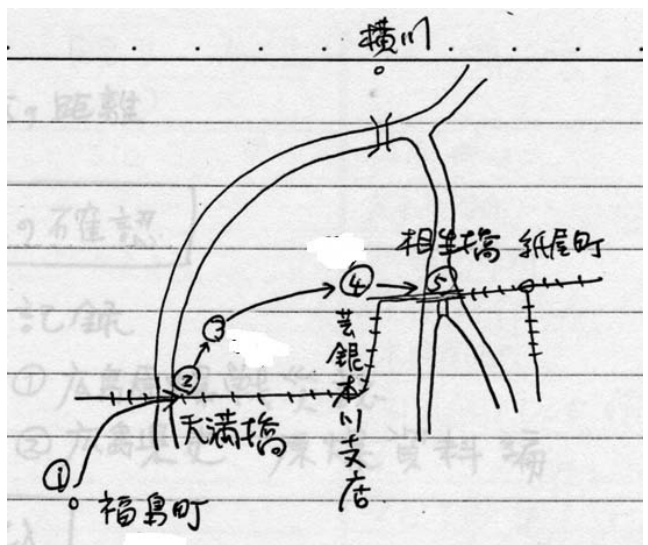


図6 第5回調査(1945年11月13日)の経路

- ① 福島町
- ② 天満橋の北
- ③ 市場の神社(地図に無し)
- ④ 芸備銀行本川支店
- ⑤ 相生橋

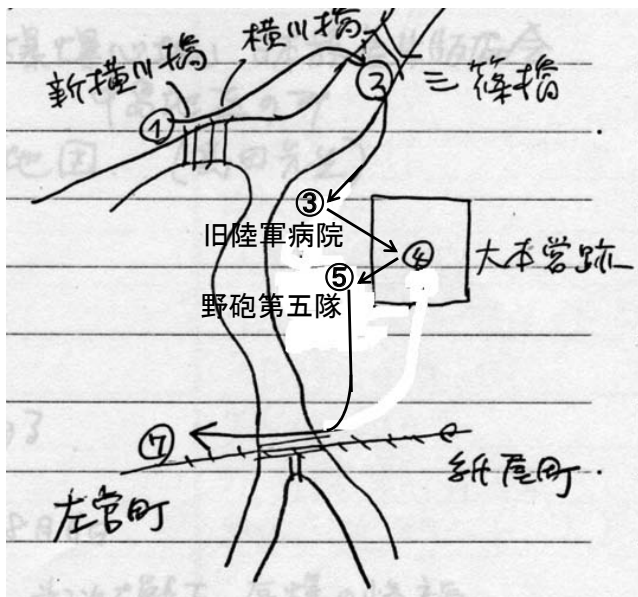


図7 第6回調査(1945年12月2日)の経路

- ① 横川新橋(市電のある橋)
- ② 三篠橋
- ③ 旧陸軍病院
- ④ 大本営跡の敷石
- ⑤ 野砲兵第五連隊
- ⑥ (地図に無し)
- ⑦ 左官町の墓

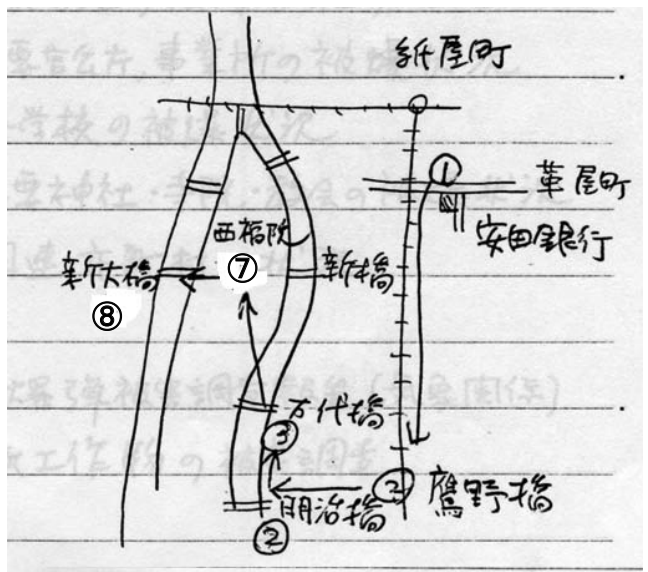


図8 第7回調査(1945年12月3日)の経路

- ① 草屋町 安田銀行
- ② 鷹野橋・明治橋
- ③ 万代橋
- ④ (記載無し)
- ⑤ 瓦(地図に無し)
- ⑥ 墓(地図に無し)
- ⑦ 西福院
- ⑧ 新大橋

4. 被爆岩石資料

岩石資料には秀先生の番号（HK45102708 など）のほか小島先生の番号（GK・・），その他（ABH・・）などがあった。このため全標本をビニール袋に入れ、新しい番号を付け直し、秀先生のノートと対応させて採取日時、場所を確認した。この結果、場所が確認できた資料の総数は40～50個であった。いくつかの資料では同一標本の破片が別の箱に入っていた。秀先生のノートには岩石の表面を観察した記述のみで、サンプリングは行われなかった場所が多くあった。17箱の木箱について場所の確認できた被爆資料のリストを表1に示す。

原爆残留放射能の測定のためには被爆時の位置と、爆心から遮蔽物がなく直接被爆していることが必要である。被爆資料の採取場所の確認のため爆心地付近の復元地図（日本放送出版協会 1969）や被爆前の市内地図（広島市，1974）を参照した。爆心地付近の地図を図9に、基町地区の地図を図10に示す。表1の被爆試料のリストから場所が特定できるものを選定した。直接被爆したか遮蔽されていたかは不明であったが測定値が推定値より低くずれる場合は遮蔽されていたとしてデータを除外することとして場所のわかる44サンプルを原爆残留放射能の測定に使用した。これらの資料を表2に示す。また、資料の一部についての写真を図11～16に示す。

Ⅲ. 原爆残留放射能の測定と結果

1. 広島原爆のフォールアウト ¹³⁷Cs の測定

昭和20年8月6日に広島に原爆が投下された後、8月8日に理化学研究所の仁科芳雄は陸軍調査団とともに広島に入った（仁科財団，1975）。8月9日には市内で土壌等の採取が行われ、それらは東京に空輸されて放射能の測定が行われた。そして銅線から放射能が検出されたことにより原爆であることが確かめられた。8月10日には大阪大学調査団、京都大学調査団が広島に入り、初期調査を行った。9月以降は日本学術会議の調査団が発足し、広島・長崎において詳細な調査が行われた。また、米国の調査団も9月～11月にかけて広島・長崎の調査を行った。

これらの初期調査において広島では爆心付近と爆心から3～4 km西の己斐、高須地区で放射線量が高いことが見出された。爆心付近は中性子誘導放射能によるものであり、己斐・高須地区の放射線量が高かったのは原爆フォールアウトとして核分裂生成核種が雨とともにこの付近に降下したことによる。原爆の爆発により発生した火球は上昇するとともにきのこ雲を形成

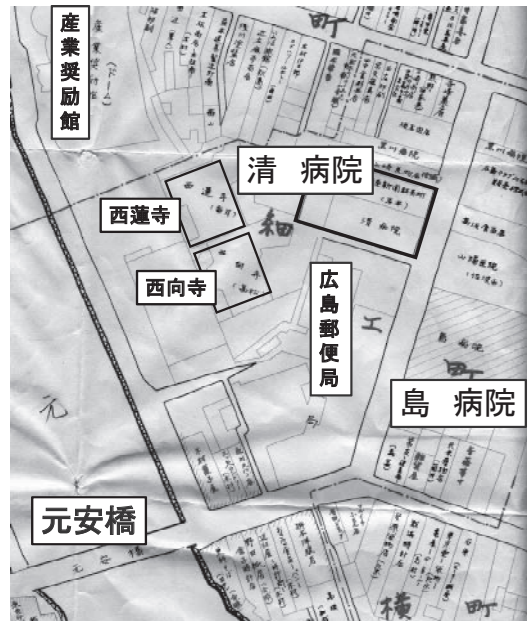


図9 爆心付近の地図と建物
(地図は原爆爆心地より)

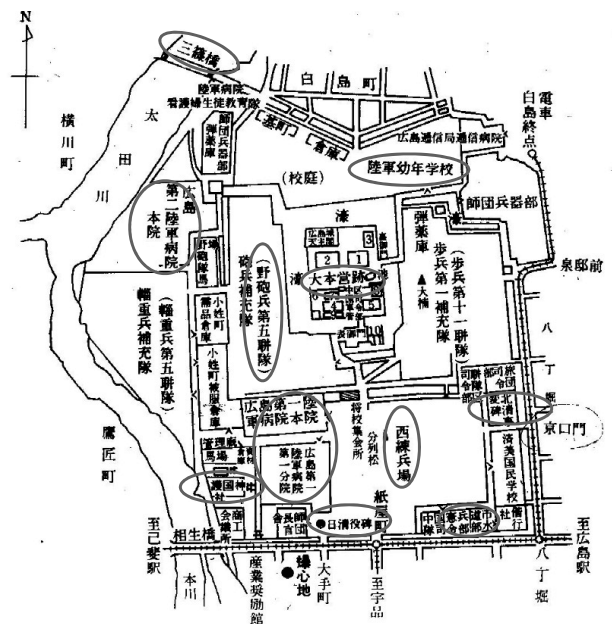


図10 基町地区の地図と建物
(地図は広島原爆戦災史)

した。きのこ雲は核分裂片と舞い上げられた土埃を含んでいた。その一部は雨とともに地上に降下した。降雨は「黒い雨」雨域として知られている広島市の北西部で激しかったこと（宇田道隆ほか，1953）が知られているが広島市内の広範囲でも降雨があった（増田善信，1989）。被爆生存者のあびた放射線は原爆から直接放射されたガンマ線，中性子線と誘導放射能によるガンマ線であるがフォールアウトによる被曝線量も推定しておくことは重要である。核分裂片は短寿命の放射性核種が多いが，¹³⁷Csは半減期が30年と長い

表1 理学部岩石学教室の被爆岩石資料

新番号 (箱-No)	資料に付された番号	資料に書かれた内容	材 料	フィールドノートの記録
1-1	HK45102708 ABH	福屋の西 No.1	平瓦	あり
1-2	HK451202	広島大本営跡	平瓦	なし
1-3	ABH1		花崗岩	なし
1-4	ABH2		陶器	なし
1-5	AH3		瓦のかけら	なし
1-6	HK4510511		ガイシのかけら	なし
1-7	HK45121120	野ケ	瓦のかけら	なし
1-8			瓦のかけら	なし
1-9	AH51, 52		玉砂利7個	あり
2-1	HK45110406		タイル4枚	第一銀行便所
2-2	ABH11	住友銀行左側	コンクリート壁	なし
2-3	HK45110408	日本貯蓄銀行	セメントのカケラ	セメント防火水槽
2-4	HK45110404	紙ヤ町 線タウタケ西	赤いタイル	大同生命
2-5	HK45110405 05に14と重ね書き	紙ヤ町	赤いタイル	
2-6	HK451104	安田生命 台ノセメント	セメント	あり
2-7	HK45110404	紙ヤ町	赤いタイル	なし
2-8	HK45110405 05に14と重ね書き	安田生	コンクリート	安田生命
2-9		広島地方裁	赤煉瓦	なし
2-10	ABH		花崗岩タイル2枚	なし
2-11			花崗岩	なし
2-12			木製の握り	なし
2-13	ABH15		花崗岩の台石	なし
3-1	45110408	大手町 日本貯蓄銀行	コンクリート、モルタル	セメント防火水槽
3-2	HK45110407	日本生命	花崗岩	あり
3-3	45120306	大手町	瓦のかけら	あり
3-4	HK45110412	警察(大手町)	タイル	千代田生命
3-5	ABH17		タイル	なし
3-6			レンガ	なし
3-7	HK451130	大手町	タイル	なし
4-1	HK45110414 ABH10	爆心部ノ寺	白いタイル5枚	「爆心」のみ
4-2	HK451105	清病院当南端直立	タイル1枚	なし
4-3	ABH13		石のカケラ	なし
4-4			石のカケラ	なし
5-1	HK45102711	忠霊塔	玉石7個	あり
5-2	KH491109	忠	玉石7個	なし
5-3	ABH13		玉石4個	なし
5-4	ABH14		玉石2個	なし
5-5	AH-4		瓦のかけら	なし
5-6	AH-2		陶器のかけら	なし
5-7	AH5-a, -b, -c, -d, -e		玉砂利5個	なし
5-8	ABH12		花崗岩の台石かけら3個	なし
6-1	45120203		瓦	旧陸軍病院
6-2	HK45110511		瓦のかけら	空鞆稲荷神社の南
6-3	HK45110415		瓦のかけら、片面が緑色	紙屋町の西北、緑色の瓦
6-4	ABH16		丸瓦	なし
6-5			丸瓦	なし
6-6	4511303		平瓦	なし
6-7	HK451109-1		丸瓦	なし
6-8	ABH10	福屋前	瓦のかけら	なし
6-9			瓦3枚	なし
6-10	GK45102003		瓦の先端	なし
6-11			黒い墨?	なし
6-12	AH5		玉砂利	なし
6-13	ABH8		三角形の石片	なし
7-1		清病院	コンクリート	なし
7-2		西向寺	コンクリート	なし
7-3	HK45110513	本川国民学校奉安殿	玉石	あり

表1 (続き)

新番号 (箱-No)	資料に付された番号	資料に書かれた内容	材 料	フィールドノートの記録
7-4		島病院の	コンクリート	なし
7-5	HK45110514	郵便局西	石片	爆心
7-6	451104	田生命	花崗岩	あり
7-7	HK451105	本川校-相生橋	瓦のかけら	
7-8		相生橋の北	陶器	
7-9	HK45110511		瓦	空鞆稲荷神社の南
7-10		元安 中島	瓦のかけら	なし
7-11	ABH4		瓦のかけら	なし
8-1	HK 西向寺		平瓦	
8-2	ABH7		瓦	
8-3	ABH7		丸瓦	
8-4	HK45110502			横川駅前
8-5			瓦	
8-6	HK45110409		瓦	煉瓦
8-7	HK45110904		瓦	あり
8-8			瓦のかけら 4 個	
8-9			瓦のかけら	
8-10			瓦のかけら	
8-11	GK45102001		瓦のかけら	
9-1	HK 島病院	島	スレート 2 枚	なし
9-2	HK451202	清病	青いスレート	なし
9-3	HK451202	大本営ノ西 陸病の北部	青いスレート	なし
9-4			青いスレート	なし
9-5	ABH		コンクリート	なし
10-1	HK451104	爆心 広島郵便局	丸瓦	なし
10-2			瓦	爆心の寺
10-3			瓦	爆心の寺
10-4		15	丸瓦	
10-5		ABH	平瓦	
11-1	KH45102712 ABH		平瓦	あり
11-2	KH45102712 ABH		丸瓦	あり
11-3	HK451202	清病	平瓦	なし
12-1	45110412		タイル	あり、千代田生命
12-2	HK45110407	日本生命	花崗岩	あり
12-3	HK45110402		コンクリートタイル	あり、誓立寺の墓
12-4	KH45102716 ABHiroshima		花崗岩	あり、燈籠の屋根
12-5	HK45110406 ABH9		花崗岩	あり、岩見町
12-6	HK45110406		花崗岩	あり
12-7	HK45110406		瓦	なし
12-8	HK45110413	米槽	コンクリート	あり
12-9		「・・南線・・特産」逆に印字	陶	なし
12-10			大理石 4 個	なし
12-11			コンクリート	なし
13-1	451203	万代橋	コンクリート手すり	45120303
13-2	45111304	芸備銀行本川支店	平瓦	あり
13-3		芸備銀行の	丸瓦	なし
13-4		万代橋の北 200m	瓦	なし
13-5	45110304	芸備銀行本川支店	赤いタイル	なし
14-1	451105	横川橋の北	白いタイル	あり
14-2	45110503		花瓶	あり
14-3	45110508	寺町	瓦	なし
14-4			瓦	なし
14-5	HK45110510	空鞆稲荷神社	瓦	あり
14-6			瓦	なし
14-7			花崗岩	なし
15			岩石、瓦の標本 11 個	
16			玉砂利多数	
17			玉砂利、丸瓦、丸い石	

表2 ガンマ線測定用資料と原爆誘導放射能 $^{152}\text{Eu}/\text{Eu}$ の測定値

方向	番号	測定番号	資料番号	場所	採取日	材料	地上距離(m)	測定日	測定時間(s)	$^{152}\text{Eu}/\text{Eu}$ (Bq/mg)
爆心部	1	1	2-1	第一銀行	451104	タイル	129	880210	83705	72 ± 12
	2	2	2-2	住友銀行		花崗岩	255	880211	88900	47 ± 8
	3	3	2-3	日本貯蓄銀行	451104	セメント	178	880212	86470	97 ± 12
	4	4	3-1	日本貯蓄銀行	451104	コンクリート	178	880331	85270	78 ± 11
	5	5	2-4	大同生命	451104	タイル	269	880216	184385	35 ± 6
	6	6	2-6	安田生命	451104	セメント	257	880218	156530	61 ± 10
	7	7	2-8	安田生命	451104	コンクリート	257	880220	84395	69 ± 12
	8	8	3-2	日本生命	451104	花崗岩	163	880221	88530	69 ± 7
	9	9	12-2	日本生命	451104	花崗岩	163	880222	35055	79 ± 12
	10		4-1	爆心の寺	451104	タイル		880224	33190	
	11	10	7-2	西向寺		コンクリート	94	880225	44905	88 ± 9
	12	11	8-1	西向寺	451109	瓦	94	880225	45450	116 ± 10
	13	12	7-1	清病院		コンクリート	55	880228	82810	144 ± 18
	14	13	11-3	清病院		瓦	55	880229	86930	120 ± 11
	15	14	4-2	清病院	451105	タイル	55	880301	85560	102 ± 10
	16	15	7-4	島病院		タイル	0	880114	85920	101 ± 12
	17		9-1			スレート		880302	88380	
	18	16	10-1	広島郵便局		瓦	55	880303	82300	124 ± 11
	19		7-5	郵便局西	451104	花崗岩		880305	83180	
	20	17	12-1	千代田生命	451104	タイル	132	880304	87470	115 ± 11
東部	21	18	1-1	福屋	451027	瓦	715	880306	90240	5.4 ± 2.1
	22	19	6-8	福屋		瓦	715	880307	87220	3.5 ± 1.4
	23		12-3	誓立寺	451104	コンクリート		880308	84365	
	24		2-9	広島地方裁		煉瓦		880309	88860	
	25		12-5	石見屋町	451027	花崗岩		990311	81250	
	26		8-7	営林署付近	450119	瓦		880315	87025	
北部	27	20	5-1	忠霊塔	451027	玉石	213	880312	88600	97 ± 8
	28	21	5-8	忠霊塔		花崗岩	213	880314	87075	69 ± 8
	29		11-2	忠霊塔	451027	瓦		880316	85580	
	30		6-3	紙屋町交差点	451104	瓦		880317	87535	
	31	22	1-9	護国神社		玉砂利	377	871223	170910	56 ± 8
	32	23	12-4	燈籠の屋根	451027	花崗岩	344	880320	84290	51 ± 7
	33		1-2	大本営跡	451202	瓦		880322	85000	
	34		6-1	陸軍病院	451202	瓦		880323	86325	
	35	24	1-7	野砲兵第五隊	451211	瓦	863	880325	57240	4.4 ± 1.5
	36		14-5	空鞘神社	451105	瓦		880326	63305	
	37	25	7-9	空鞘神社	451105	瓦	653	880327	85645	17 ± 4
	38		14-3	寺町	451105	瓦		880328	35430	
	39		14-1	横川橋北	451105	タイル		880330	87355	
西南部	40		14-2	横川		花瓶		880320	87065	
	41		7-3	本川国民学校		玉石		880324	44015	
	42	26	7-7	本川校-相生橋	451105	瓦		880401	85435	39 ± 5
	43	27	13-1	万代橋欄干	451203	コンクリート	890	880213	172515	4.8 ± 3
	44	28	13-2	芸銀塚本町支店	451113	瓦	465	880404	42100	24 ± 3

で原爆投下から40年が経過した1988年当時でも十分測定可能であった。

広島市内の ^{137}Cs 降下量を調べるために、表2に示した場所の確定できた44個の被爆岩石資料の表面について縦5cm×横5cmで切り出し、Ge半導体検出器でガンマ線測定を行った。測定した試料を表2に示す。この結果、5資料から ^{137}Cs が検出された(Shizuma et al., 1989)。44サンプルの広島市内の分布と ^{137}Cs が

検出された資料の位置を図17に示す。5サンプルの ^{137}Cs の表面濃度を表3に示す。測定値は測定当時の値で、 ^{137}Cs の表面濃度は最大値で $0.48 \pm 0.25 \text{ mBq/cm}^2$ であった。この値を原爆投下時に半減期補正すると $1.3 \pm 0.7 \text{ mBq/cm}^2 = (1.3 \pm 0.7) \times 10^7 \text{ Bq/km}^2$ となる。 ^{137}Cs 濃度から全核分裂核種による被曝線量を推定する方法は岡島ら(Okajima et al., 1987)により与えられている。岡島らはUNSCEARのデータを基に、

フォールアウトの降下場所に無限時間留まる場合の外部被曝積算線量は ^{137}Cs 表面放射能濃度 $1\text{mCi}/\text{km}^2$ ($= 3.7 \times 10^7 \text{Bq}/\text{km}^2$) のとき 0.3R (旧単位レントゲン $\text{R} = 8.76 \times 10^{-3} \text{Gy}$) に相当するとした。この換算係数を用いると岩石資料の ^{137}Cs 表面濃度 (1.3 ± 0.7) $\times 10^7 \text{Bq}/\text{km}^2$ は外部被曝積算線量 $0.10 \pm 0.05 \text{R}$ ($0.87 \pm$

0.43mGy) と推定される。己斐・高須地区の外部被曝積算線量は初期調査の線量率測定をもとに $1\sim 3 \text{R}$ ($9\sim 26 \text{mGy}$) と推定されているので、広島市内の原爆フォールアウトによる外部被曝積算線量は己斐・高須地区の約 $1/10$ 以下 (Shizuma et al., 1989) であったと推定される。

表3 原爆被爆資料の ^{137}Cs 表面濃度

資料番号	測定番号	場所	材料	地上距離 (m)	^{137}Cs (mBq/cm ²)*
3-1	4	日本貯蓄銀行	コンクリート	178	0.48 ± 0.25
2-8	7	安田生命	コンクリート	257	0.31 ± 0.2
4-2	14	清病院	タイル	55	0.32 ± 0.21
6-3	30	紙屋町交差点	瓦	253	0.45 ± 0.21
14-5	36	空鞆神社	瓦	584	0.43 ± 0.23

* 測定時の値

表4 原爆被爆資料の中性子誘導放射能 $^{60}\text{Co}/\text{Co}$ の測定

資料番号	測定番号	場所	材料	地上距離 (m)	$^{60}\text{Co}/\text{Co}$ (Bq/mg)*
9-1	15	島病院	瓦	0	12.6 ± 1.3
10-1	16	広島郵便局	瓦	55	10.9 ± 1.4
8-1	12	西向寺	瓦	94	11.2 ± 2.0
12-2	9	日本生命	花崗岩	163	7.7 ± 0.5
5-1	20	忠霊塔	花崗岩	213	6.5 ± 0.5
2-8	7	安田生命	コンクリート	253	7.4 ± 1.0

* 原爆直後

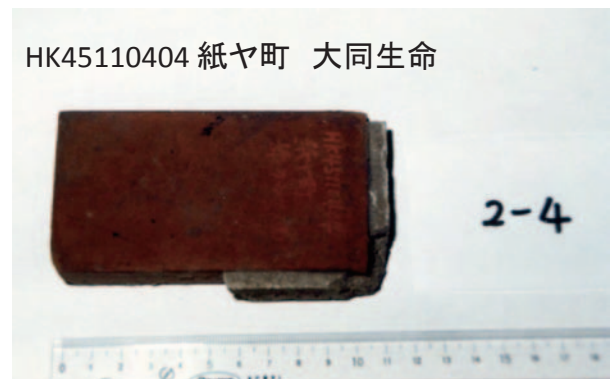


図11 爆心付近

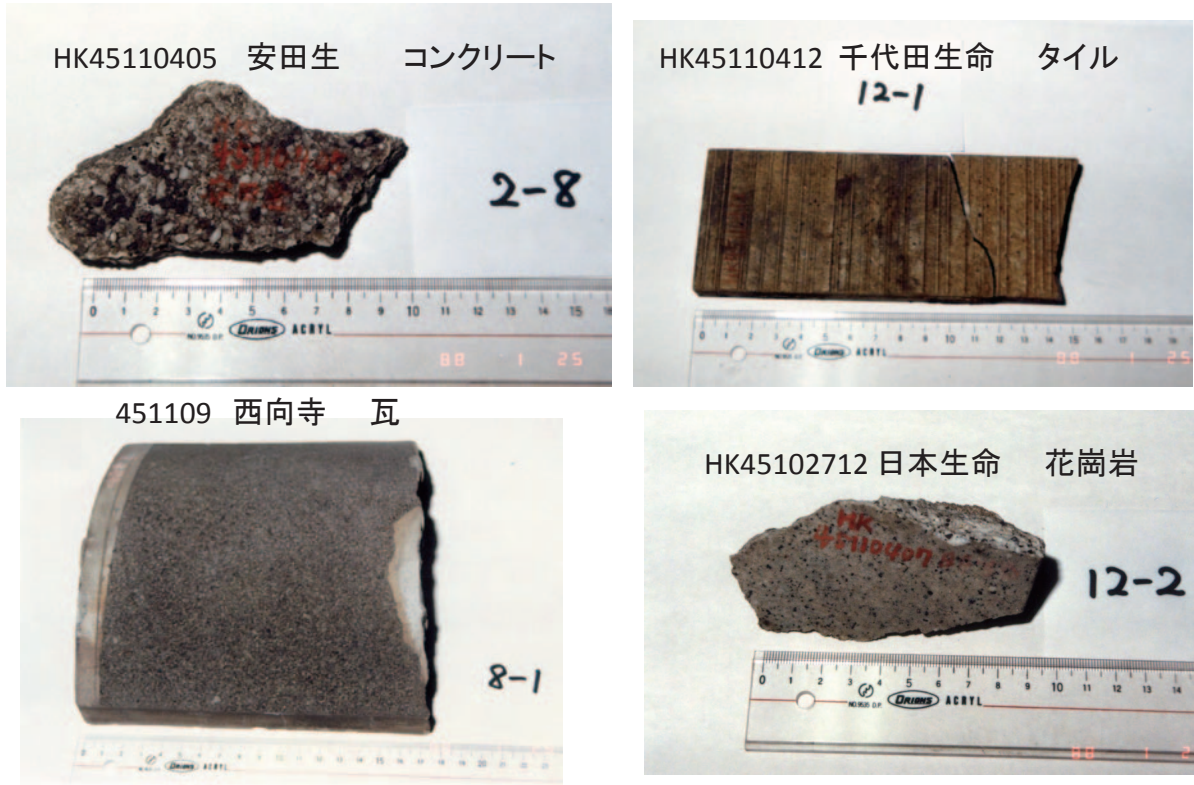


図 12 爆心付近 (その2)

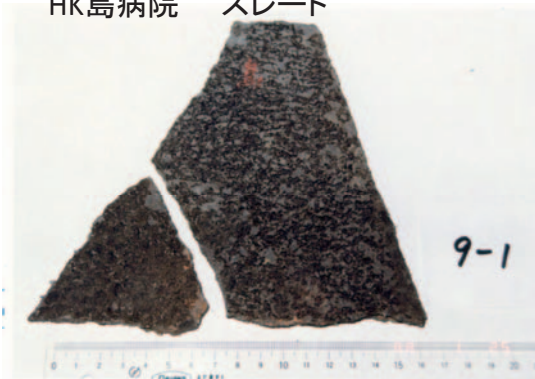
HK451202 清病 瓦 (5枚に割れていた)



爆心の寺 (10-3)



HK島病院 スレート



HK451104 爆心 広島郵便局 瓦

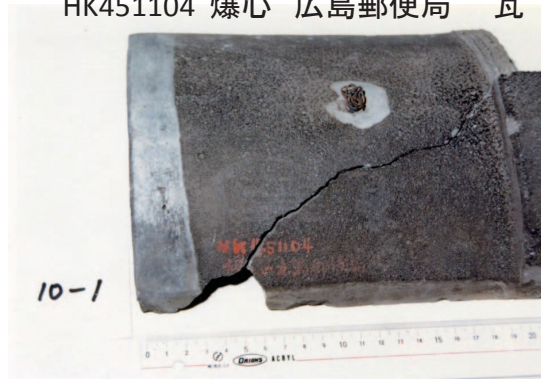


図 13 爆心付近 (その3)

2. 広島原爆中性子による誘導放射能 ¹⁵²Eu および ⁶⁰Co の測定

被爆岩石資料の採取場所が特定できた 44 資料につ

いて、広島市内の原爆フォールアウトの ¹³⁷Cs の測定のあと、原爆中性子による誘導放射能の測定を行った。中性子吸収反応による誘導放射能としては鉄材中に不



AH51, 52 護国神社 本殿南西口の玉砂利

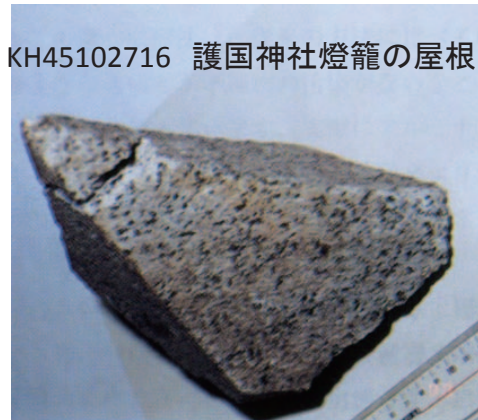


図 14 爆心の北側 (その 1)

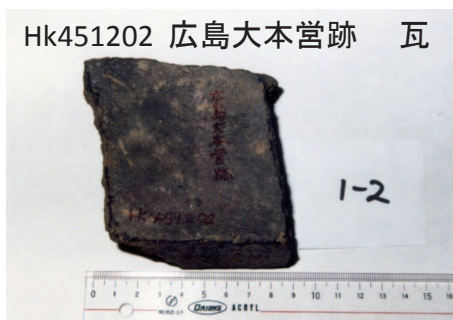


図 14 爆心の北側 (その 2)

純物として含まれるコバルトの $^{59}\text{Co}(n, \gamma)^{60}\text{Co}$ 反応により生成される ^{60}Co が知られており、爆心からの距離と被爆鉄材中の ^{60}Co 生成量が測定されてきた。1976年(昭和51年)金沢大学の阪上らが原爆ドーム内に可搬型Ge検出器を持ち込み、2時間半の測定を

行ったときのガンマ線スペクトル解析から小村により ^{52}Eu が発見された(小村, 1983)。ユーロピウム(Eu)は希土類元素であり、岩石中にはわずか数ppmしか含まれていないが中性子吸収断面積が大きいので $^{151}\text{Eu}(n, \gamma)^{152}\text{Eu}$ 反応により生成された ^{152}Eu はガンマ

本川国民学校奉安殿 玉石



本HK451105 本川校一相生橋 瓦



451203 万代橋 欄干 (竹の芯)



45111304 芸備銀行本川支店 瓦



図 15 爆心の西側

Hk456102708 福屋の西 No.1 瓦



HK4510402 誓立寺の墓 コンクリート



HK45102704 石見屋町 台石



広島地裁 赤いレンガブロック



図 16 爆心の東側

線測定により容易に検出できる。半減期が13年で誘導放射能⁶⁰Coの半減期5年より長いのでDS86報告書の中で新しい残留放射能測定データとして使用されている (Kerr et al., 1987)。

¹⁵²Euは爆心から500 m付近までは1988年当時、

Ge検出器で直接測定できた。岩石を149μm以下の粉末にし、約30gをプラスチック容器に詰めて同軸型Ge検出器で測定した。爆心から500 m以遠ではEuの化学分離を行い、井戸型Ge検出器により¹⁵²Euの測定を行った。岩石学教室の被爆資料および被爆建造

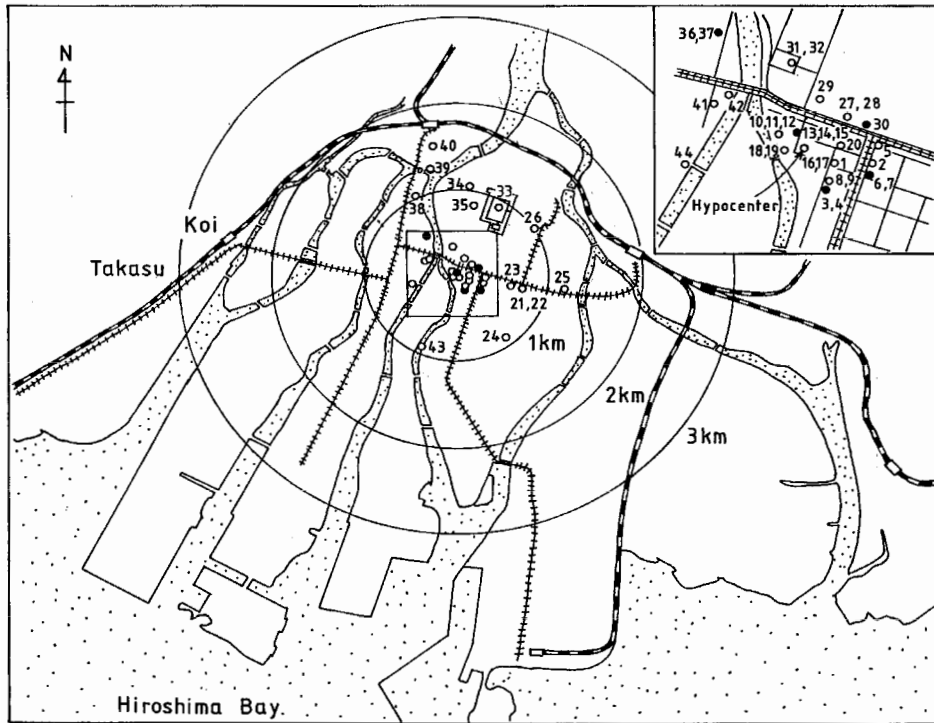


図 17 被爆岩石資料。黒丸は ^{137}Cs が検出された資料を示す。

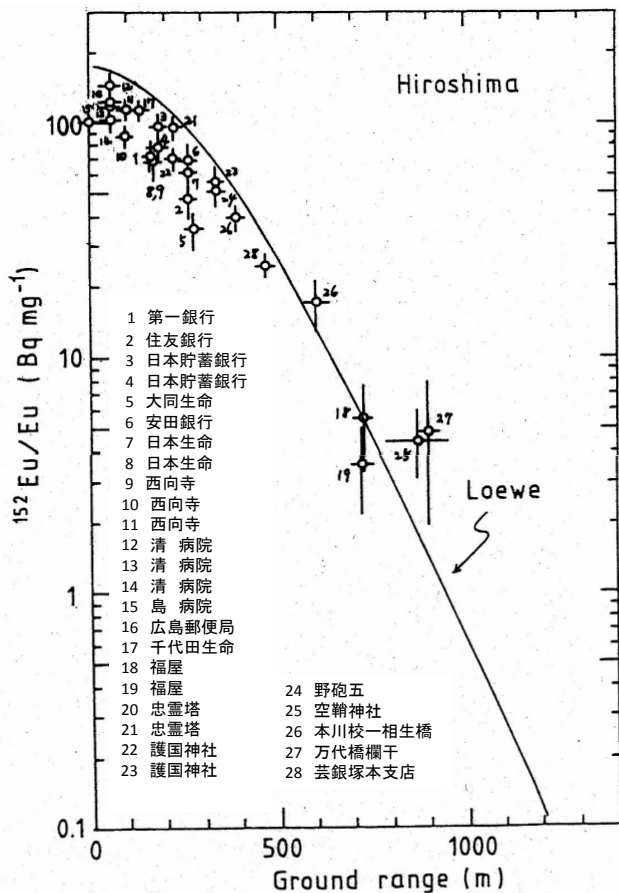


図 18 ^{152}Eu の測定結果

物などの 70 サンプルについての測定データは 1993 年に発表された (Shizuma et al., 1993)。岩石学教室のサンプルについての測定データを表 2 に示す。爆心からの距離と ^{152}Eu 比放射能 (安定 Eu あたりの放射能, $^{152}\text{Eu}/\text{Eu}$) の関係を図 18 に示す。実線は DS86 の基となるによる中性子線束を使った Loewe (Loewe, 1983) による計算値である。現在では被爆資料を集めることが不可能な爆心付近から 500 m までの多くの残留放射能データを示すことができた。

次に岩石資料にはコバルトも 30 ppm 程度含まれている。岩石資料の ^{152}Eu 測定の同じガンマ線スペクトル中に ^{60}Co を検出することができた。他の鉄材から測定された ^{60}Co も含めて図 19 に示す。図には原爆ドームの鉄材から測定した値も含まれているが、岩石資料とよい一致を示している。

図 18 および 19 からわかるように爆心付近で実測データが計算値より低いことがわかる。このため DS02 では爆発高度を 580 m から 600 m に修正し、爆発威力を 15 kt から 16 kt に修正された。この結果、DS02 においては残留放射能の測定データと計算値は爆心から 1 km 付近までよく一致した。

IV. 広島大学総合博物館と東京大学総合研究博物館に収蔵されている被爆岩石資料

1. 広島大学総合博物館

2013 年 (平成 25 年) 2 月に工学部で保管していた

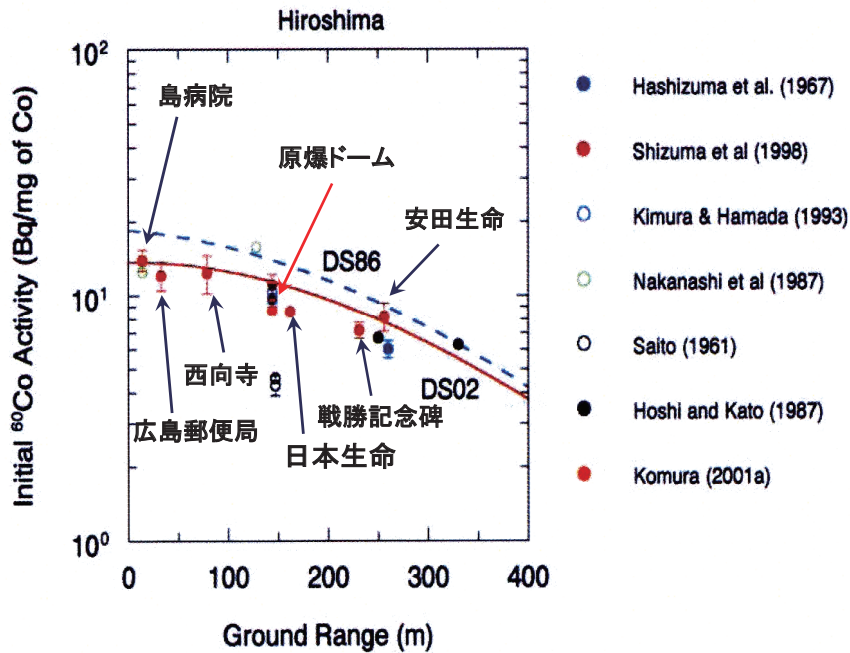


図 19 ^{60}Co の測定結果

岩石学教室の被爆岩石資料を含む被爆資料，元安橋コア資料，旧広島銀行門柱コア資料等，原爆ドームの鉄材資料，キリンビヤホールの被爆鉄材資料などの被爆資料を平和学習などに役立てるために広島大学総合博物館に寄託された。総合博物館では，新たにリストを作成した上で，博物館本館および広島大学本部棟の平和展示に本資料の一部を展示した。また平成 25 年 7 月 20 日～12 月 26 日の期間，総合博物館本館にて特別展示を実施した。移管した岩石学教室の被爆岩石資料についてのリストを表 5 に示す。なお，秀により総合科学部で保管されていた木箱 1 箱の被爆資料は残留放射能測定には使用しておらず，そのまま保管されている。

2. 東京大学総合研究博物館

日本学術会議の原爆災害調査のために渡辺（東京帝国大学）らにより収集された被爆資料約 100 点は東京大学総合研究博物館で保管されている。これらの被爆資料と渡辺のフィールドノートは 2004 年（平成 16 年）1 月に「石の記憶－ヒロシマ・ナガサキ」として展示会が開催された。また，田賀井の編集により冊子「石の記憶－ヒロシマ・ナガサキ」－被爆資料に注がれた科学者の目－（田賀井，2004）としてまとめられた。この冊子では渡辺のフィールドノート 2 冊の全記録と被爆資料の当時の写真，田賀井らが展示会の準備のために行った現地調査による写真，および渡辺の研究が紹介されている。その被爆資料には「ABH**」のような番号が付けられたものがある。広島大学岩石

学教室の被爆資料にも秀が収集した「HK***」，小島の「GK****」の他に「ABH**」が含まれていた。これらは渡辺による収集であることがわかった。例えば，ABH4，GKL45102002 などは東京大学にあるが，ABH1，2，AH3，ABH5，GK45102001，GK45102003 などは広島大学にある。

この冊子の中で，渡辺が広島護国神社で収集したとされていた狛犬の頭部（毎日新聞 1996 年 8 月 26 日）が田賀井らによる展示会の準備のための調査において長崎の浦上天主堂の柱飾りの獅子像であることが判明した。田賀井は広島護国神社関係者の見解，自身の広島・長崎の調査，さらに渡辺が長崎の浦上天主堂で撮影した写真の検証から狛犬の頭部が浦上天主堂のものであると結論づけた。

被爆岩石資料に残る誘導放射能の測定について展示会のためのフィールドワークの記録（2003 年 6 月 13, 14 日）の中に今後の調査として検討されている（石の記憶－ヒロシマ・ナガサキ，p.153）。それによると「現有の装置を使っている限り核種の決定精度に十分の自信がなく，他の研究機関の装置を使ってまで残留放射能を決定する意義があるのか。また，広島型原爆と長崎型原爆の種類が異なっていることは知られていることであり，実験によって新しくもたらされることはなく，単に追試を行うに過ぎない。そもそも残留核種を決定する，というアイデアは，広島や長崎における展示との差別化を図る過程で出てきたものである。しかし，渡辺武男の目を検証するというテーマは大学博物館に相応しく，敢て残留核種決定実験を行う必要

表5 広島大学総合博物館で作成した被爆資料リスト

番号	箱-番号	材 料	資料に記載されている情報		採取場所 ^{*1}	備考
			番 号	位 置		
1	1-1	平瓦のかけら	HK45102708 ^{*2} ABH ^{*3}	福屋の西	福屋の西側	
2	1-5	瓦のかけら	ABH-3		—	
3	1-7	瓦のかけら			—	3つに分裂
4	1-8	瓦のかけら			—	
5	3-3	棧瓦	45120305	大手町	大手町	
6	5-5	瓦のかけら	AH-4		—	
7	6-1	丸瓦	4(5120203) ^{*4}		(旧陸軍病院)	2つに分裂
8	6-4	丸瓦	ABH16		—	
9	6-5	丸瓦			—	
10	6-6	棧瓦のかけら	4511(3)03		—	
11	6-7	丸瓦	HK451109(-1)		—	2つに分裂
12	6-8	瓦のかけら	ABH(1)0	福屋前	福屋の前	
13	6-9	平瓦のかけら			—	2つに分裂
14	6-10	瓦のかけら	GK45102003		—	
15	7-7	瓦のかけら	HK451105	本川校-相生橋	相生橋付近	
16	7-9	瓦	HK45110511	□□ノ為カ	(空鞘稲生神社の南)	
17	7-10	瓦のかけら		元安 中島	元安橋付近	2つに分裂
18	7-11	瓦のかけら	ABH149		—	
19	8-1	平瓦	(HK 西向寺)		(西向寺)	
20	8-2	獅子口のかけら	ABH7		—	
21	8-3	丸瓦	ABH7		—	
22	8-5	瓦のかけら			—	2つに分裂
23	8-6	棧瓦のかけら	HK45110409		(大手町2丁目付近)	
24	8-7	瓦のかけら	HK4511(09)04		(八丁堀)	
25	8-9	瓦のかけら			—	
26	8-10	瓦のかけら			—	
27	8-11	瓦のかけら	GK45102001 ^{*5}		—	2つに分裂
28	9-5	瓦のかけら			—	
29	10-1	平瓦	HK4511(04)	爆(心 広島郵便局)	(広島郵便局)	
30	10-2	獅子口のかけら			△爆心地付近	
31	10-3	平瓦			△爆心地付近	
32	10-5	平瓦	ABH		—	
33	11-1	平瓦	ABH KH45102712		(基町)	
34	11-2	丸瓦	ABH KH45102712		(基町)	2つに分裂
35	11-3	平瓦		(清病)	(清病院)	6つに分裂
36	13-2	平瓦	45111304	芸備銀行本川支店	芸備銀行本川支店	
37	13-3	丸瓦		(芸備銀行の)	(芸備銀行本川支店)	
38	13-4	棧瓦		(万代橋の北 200m)	(万代橋の北)	
39	14-3	瓦のかけら	(45110508)	(寺町)	(寺町)	
40	14-4	鬼瓦のかけら			—	
41	14-5	平瓦	HK45110510	空鞘稲生神社	空鞘稲生神社	
42	14-6	丸瓦			—	
43	17	棧瓦軒先部分			—	
44	17	瓦		N.20° W □町②	—	
45		瓦のかけら			—	
46		棧瓦のかけら			—	
47		瓦のかけら		Kei Hide 広島市相生橋	相生橋	2つに分裂
48		瓦のかけら			—	
49		棧瓦のかけら	451104 爆心 HK45110414		爆心地付近	
50		瓦のかけら	451104 爆心□□□ HK45110414		爆心地付近	
51		瓦のかけら 4個			—	
52	2-1	タイル	HK45110406		(第一銀行便所)	3つに分裂
53	2-4	タイル	(HK45)110404	(紙ヤ)町 (線タウタケ)西	紙屋町	
54	2-5	タイル	HK45110404	紙(ヤ町)	紙屋町	
55	2-7	タイル	HK45110404	紙屋町	紙屋町	
56	2-10	タイル	ABH		—	

番号	箱-番号	材 料	資料に記載されている情報		採取場所*1	備考
			番 号	位 置		
57	3-5	タイル	ABH17		—	
58	3-7	タイル	HK451130	大手町	大手町	
59	4-1	タイル	HK45110414	爆心部ノ寺	(爆心地付近)	3つに分裂
60	12-1	タイル	45110412		(千代田生命)	
61	13-5	タイル	45110304	芸銀銀行本川支店	芸銀銀行本川支店	
62		タイル	ABH10		—	3つに分裂
63		タイル			—	
64		タイル			—	
65		タイル			—	
66	2-2	コンクリート壁	ABH11	(住)友銀行左側	住友銀行の左	3つに分裂
67	3-1	コンクリート+モルタル	45110408	大手町 日本貯蓄銀	日本貯蓄銀行	
68	7-1	コンクリート		清病院	清病院	5つに分裂
69	7-2	コンクリートブロック		西向寺	西向寺	4つに分裂
70	9-5	コンクリートかけら	ABH17		—	
71	12-11	コンクリート			—	
72	13-1	欄干	451203	万代橋	万代橋	
73		コンクリートのかけらか?			—	
74	1-3	灯籠の宝珠・伏鉢	ABH1		—	2つに分裂
75	2-10	花崗岩タイル	ABH		—	
76	2-11	花崗岩	ABH5		—	
77	2-13	花崗岩の台石	ABH15		—	
78	5-8	花崗岩の台石かけら	ABH12		—	4つに分裂
79	7-6	花崗岩のかけら	(45)1104	(田)生命	△千代田生命	
80	12-4	燈籠の笠	ABHiroshima HK45102716		護国神社	3つに分裂
81	14-7	花崗岩			—	
82	17	花崗岩ブロック			—	
83		花崗岩のかけら			—	
84		花崗岩のかけら			—	
85		花崗岩のかけら	KH45102704 ABH KH451027		—	
86	4-3	石片	ABH13		—	
87	4-4	石片			—	
88	7-5	石片	HK45110414	郵便局西	広島郵便局の西	
89	6-13	石片	ABH8		—	
90	17	石			—	
91	17	石			—	
92	17	石片			—	
93	17	石片			—	
94	17	石製の球			—	
95		鉄平石	AH-6		△清病院	
96		鉄平石		清病院	清病院	
97		鉄平石			△清病院	
98	12-10	大理石			—	4個
99	5-1	玉石	HK 45102711		日清日露戦捷記念碑	7個
100	5-3	玉石	ABH13	忠	日清日露戦捷記念碑	4個
101	5-4	玉石	ABH14		—	2個
102	7-3	玉石	(HK45110514)	(本川国民学校奉)安殿	本川国民学校	2個
103	5-7	玉砂利	AH5-a,b,c,d,e		—	
104	6-12	玉砂利	AH5 □		—	
105	16	玉砂利			(護国神社)	409個
106		玉砂利			—	2個
107	2-3	セメントのかけら	(HK45110408)	(日本貯蓄銀行)	(日本貯蓄銀行)	3つに分裂
108	1-4	陶器のかけら	ABH2		—	
109	5-6	陶器のかけら	AH-2		—	3つに分裂
110	7-8	陶器のかけら		(相生橋の北)	相生橋の北	
111	12-9	陶?		南線 特産(逆字)	—	4つに分裂
112		陶器のかけら	HK45110511		空鞘稲生神社付近	
113		陶器のかけら			—	
114	9-1	スレート	HK 島病院	(島)	島病院	2つに分裂
115	9-2	スレート	HK451202	(清病)	(清病院)	

番号	箱-番号	材 料	資料に記載されている情報		採取場所*1	備考
			番 号	位 置		
116	9-3	スレート	(HK451202)	(大本宮の西 陸病の北部)	(大本宮跡の西? 島病院?)	
117	9-4	スレート	HK451202		(島病院)	
118	17	スレート			—	
119	17	スレート			—	
120	2-9	レンガ		(広島地方裁)	(広島地方裁判所)	
121	3-6	レンガ			—	
122	2-12	木製の把手			—	
123	14-2	花びんのかげら			—	10つに分裂
124	8-4	不明	HK45110502		—	
125		不明			—	

総合博物館に寄託された際に再調査を行い作成したもので、材料ごとに分類している

※ 1 採取場所の () は秀敬氏のフィールドノート等からの推定, △は筆者の推定

※ 2 HK=Hide kei, 45102708 = 1945年10月27日に採取した8番目の標本

※ 3 資料に記載されている情報の () 内は表1によって補ったもの

※ 4 ABH=Atomic Bomb Hiroshima

※ 5 GK=小島丈児

がないのではないか。」(原文のまま)。このような理由で実験は必要ないとされた。被爆岩石資料が残留放射能を含んでいることを示すことは広島・長崎の原爆災害の実態を示すことであり、渡辺らの調査が通常の野外調査と異なり残留放射能が残る被爆地での調査であったことを示す上で大きな意義があったと思われる。また、渡辺の収集した被爆資料について詳細に測定すれば、展示会のためだけでなく原爆放射線の評価において広島大学岩石学教室の被爆資料が果たしたのと同様の大きな成果が得られたものと思われる。

V. まとめ

広島原爆のあと地質学者と地理学者による初期調査において被災資料の岩石学的調査が行われ、多くの岩石資料が収集された。広島大学では、これらの収集資料がそのまま保管されていたので、被爆資料中に生成された中性子誘導放射能、¹⁵²Eu および ⁶⁰Co を測定することができた。これらの多くの被爆資料は現在では収集は不可能な爆心地周辺の瓦、煉瓦などであったので、原爆中性子線量を決定する貴重なデータを提供し、原爆線量評価システム DS02 の基礎データとなった。また、戦後の核実験によるグローバルフォールアウトの影響を受けていないので広島市内における原爆フォールアウトの被爆者に及ぼす被曝線量を具体的に決めることができた。広島大学総合博物館に寄託されたこれらの被爆資料は、今後、平和教育や原爆の実相を伝える資料として役立てられる。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、被爆岩石資料の整理において中川満帆氏(文学部)および西尾真澄氏(文学部)にご協力いただきました。心より御礼申し上げます。

【文献】

- 宇田道隆・菅原芳生・北勲 (1953) : 気象関係の広島原子爆弾災害調査報告書. 『原災報』日本学術振興会, 98-135.
- 小島丈児 (1977) : 第4節 地学分野—原子爆弾による岩石等の表面の剥離現象と溶融現象—. 『原爆と広島大学』広島大学出版会, 27-31.
- 小村和久 (1983) : 可搬型 Ge 検出器による環境放射能の *in situ* 測定. Isotope News (日本アイソトープ協会), 7月号, 2-5.
- 小林孝雄 (1984) : 『極秘プロジェクト ICHIBAN』日本放送出版協会.
- 田賀井篤平編 (2004) : 『石の記憶—ヒロシマ・ナガサキ』東京総合研究博物館.
- 原子爆弾災害調査報告書刊行委員会編 (1953) : 『原子爆弾災害調査報告書 第一分冊 理工学編』日本学術振興会. (以下, 「原災報」と記す)
- 志水清編 (1969) : 『原爆爆心地. 付録・広島市原爆爆心地復元市街図』日本放送出版協会.
- 中川保雄 (2011) : 『増補 放射線被曝の歴史』明石書店.
- 仁科記念財団編 (1975) : 『原子爆弾 ヒロシマ・長崎の写真と記録』光風社書店.
- 広島大学原爆死没者慰霊行事委員会編 (1977) : 『原爆と広島大学 「生死の火」学術編(復刻版)』広島大学出版会. (以下, 「原爆と広島大学」と記す)
- 広島市 (1974) : 『広島原爆戦災史 第二巻』広島市.
- 放射線被曝者医療国際協力推進協議会編 (1992a) : 『放射線の人体影響 1992 第1版』文光堂, 11.
- 放射線被曝者医療国際協力推進協議会編 (1992b) : 『放射線の人体影響 1992 第1版』文光堂, 13.
- 放射線被曝者医療国際協力推進協議会編 (2012) : 『放射線の人体影響 改訂第2版』文光堂, 20-21.
- 増田善信(1989) : 広島長崎の黒い雨はどこまで降ったか. 天気,

- 35(2), 69-79.
- 渡辺武男・山崎正男・小島丈児・長岡省吾・平山 健 (1953): 広島および長崎両市における原子爆弾災害物の地質学および岩石学的観察. 『原災報』, 143-158.
- Auxier, J. A. (1975): Physical Dose Estimation for A-bomb Survivors – Study at Oak Ridge, USA J. Radiat. Res. Suppl. 1-11.
- Kerr, G. D., Hashizume, T., Edington, C. W. (1987): HISTORICAL REVIEW in US-JAPAN JOINT REASSESSMENT OF ATOMIC BOMB RADIATION DOSIMETRY IN HIROSHIMA AND NAGASAKI, FINAL REPORT, Vol.1 RADIATION EFFECTS RESEARCH FOUNDATION 1-13.
- Loewe, W. E. (1983): Calculation and interpretation of in situ measurements of initial radiations at Hiroshima and Nagasaki, In U.S.–Japan Joint Work shop for Reassessment of Atomic Bomb Radiation Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki. Radiation Effects Research Foundation. 138-155.
- Nakanishi, T., Imura, T., Komura, K., Sakanoue, M. (1983): ^{152}Eu in samples exposed to nuclear explosion at Hiroshima and Nagasaki. Nature 302, 132-134.
- Okajima, S., Fujita, S., Harley, J. H.(1987): Radiation doses from residual radioactivity. In: Roesch WC., ed. U. S. – Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki. Final report. Vol. 1. Hiroshima: Radiation Effects Research Foundation, 205-226.
- RERF (1987): *US-Japan Joint Reassessment of Atomic Bomb Radiation Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki* Final report. Vol. 1, 2, Radiation Effects Research Foundation
- RERF (2005): *Reassessment of the Atomic Bomb Radiation Dosimetry for Hiroshima and Nagasaki Dosimetry System 2002*, Volume 1, 2, Radiation Effects Research Foundation
- Shizuma, K., Iwatani, K., Hasai, H., Hoshi, M., Oka, T., Okano, M.(1989): Fallout in the Hypocenter Area of the Hiroshima Atomic Bomb, Health Phys. 57, 1013-1016.
- Shizuma, K., Iwatani, K., Hasai, H., Hoshi, M., Oka, T., Morishima, H. (1993): Residual ^{152}Eu and ^{60}Co Activities Induced by Neutrons from the Hiroshima Atomic Bomb. Health Phys. 65(3), 272-282.
- Whalen, P. P. (1987): Calculation and verification of source terms. In U.S.–Japan Joint Work shop for Reassessment of Atomic Bomb Radiation Dosimetry in Hiroshima and Nagasaki. Radiation Effects Research Foundation. 37-65.
- Watanabe, T., Yamasaki, M., Kojima, G., Nagaoka, S., Hirayama, K. (1954): Geological Study of Damages Caused by Atomic Bombs in Hiroshima and Nagasaki, Jap. J. Geol. Geogr., Vol.24, 161-170.

(2015年8月31日受付)

(2015年12月10日受理)