

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2014～2017

課題番号：26301003

研究課題名(和文)世界の核災害における後始末に関する調査研究

研究課題名(英文) Investigation of settling various nuclear disasters in the world

研究代表者

今中 哲二 (Imanaka, Tetsuji)

京都大学・原子炉実験所・研究員

研究者番号：90109083

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,100,000円

研究成果の概要(和文)：代表者の今中は以前よりチェルノブイリ原発事故の調査を行ってきた。福島原発事故の長期的問題を考えるため、広島・長崎原爆被害やセミパラチンスク核実験被害の調査を行っている川野徳幸、マーシャル諸島での核実験被害調査を行っている竹峰誠一郎らとともに、原子力開発がはじまって以来世界中で発生した様々な核災害の後始末について調査を行った。核災害は、放射線被曝や放射能汚染といった問題にとどまらず、社会的に幅広い被害をもたらしており、その多くは災害が起きてから50年以上たっても解決されないことが示された。得られた成果は2017年11月12日に東京で開催した報告会で発表し、12編の報告を含むレポートにまとめた。

研究成果の概要(英文)：Project leader Imanaka T has been investigated the consequences of the Chernobyl NPP accident. After the Fukushima-1 NPP accident, for the purpose to get useful knowledge to cope with long-term effects of nuclear disasters, Imanaka launched a collaboration project to study the experiences settling consequences of the past various nuclear disasters in the world together with Kawano N of Hiroshima University and Takemine S of Meisei University. As a result of the project, it is indicated that many problems remain unsettled related with radiation exposure and radioactive contamination even after 50 years since the nuclear disasters. A workshop to present the results of the project was held in Tokyo on November 12, 2017, and its proceedings containing 12 presentation was published in March 2018 as KURRI-EKR-23.

研究分野：原子力工学

キーワード：広島・長崎 ウィンズケール原子炉事故 マーシャル諸島核実験 セミパラチンスク核実験 チェルノブイリ原発事故 福島原発事故 ウラジオストク原潜臨界事故

1. 研究開始当初の背景

(1) 2011年3月に発生した東京電力福島第1原発事故では、当初は15万人に及ぶ人々が避難を余儀なくされ、関東以北の本州太平洋側には無視できないレベルの放射能汚染がもたらされた。福島第1原発の廃炉作業には少なくとも40年が見込まれ、長期的な放射能汚染の主役が半減期30年のセシウム137であることを考えると、私たちはこれから50年、100年にわたって原発事故の問題に向き合わねばならない。

(2) 第2次大戦中に原爆開発のための米国マンハッタン計画として始まった原子力の歴史は、軍事利用か商業利用かを問わず核災害の歴史でもある。核兵器開発や原子力発電開発にもなって発生した核災害を、被害の後始末という視点からの調査を通して、福島原発事故に共通する課題とそれらに向き合うための知見の調査研究が必要とされていた。

2. 研究の目的

(1) 1945年8月、広島・長崎の原爆投下ではじまった原子力開発は、さまざまな形での核災害をもたらした。本研究では、これまでに日本ならびに海外で発生した主要な核災害について、“後始末”という側面に重きを置きながら、核災害の経緯、放射線被ばく、健康影響、被害者への補償、放射能汚染の処理と現状といった調査を実施する。

(2) 福島原発事故に関連して、これから長期間にわたって取り組まねばならない課題が山積している。本研究は、福島の現状を調査しながら、これまでの核災害の後始末と比較検討することによって、福島原発事故対策の今後の有り様を考える上での材料を提供することを目指している。

3. 研究の方法

(1) 代表者・今中の専門は原子力工学で、チェルノブイリ原発事故など旧ソ連での核災害の調査を行ってきた。分担者・川野の専門は原爆・被ばく研究で、広島・長崎被爆者やセミパラチンスク核実験場周辺住民の聞き取り調査を行ってきた。分担者・竹峰の専門は平和学・地域研究で、マーシャル諸島共和国での米国による核実験被害の調査を行ってきた。分担者・進藤の専門は環境行政法で、英国での原子力防災の法的側面を調査している。こうした異分野の専門家がチームで核災害の現地調査を行う。

(2) 調査結果は、学会や論文として発表している。福島での汚染調査については、地元での調査結果説明会を開催した。最終年度である2017年には、11月12日に東京で一般向けの研究成果報告会を開催し、そのプロシーディングスを京都大学原子炉実験所のレポートにまとめた。

4. 研究成果

(1) 福島原発事故に汚染マップの作成：文科省が2012年に実施した航空機サーベイデータに基づく、セシウム137の汚染マップを図1に示す。緑の地域は1平方m当り1万Bq以上、黄色は3.7万Bq以上、赤は55.5万Bq以上である。無視できない汚染レベルと今中が考えている1平方m当り1万Bq以上の汚染面積は2万5000平方kmに及んでいる。

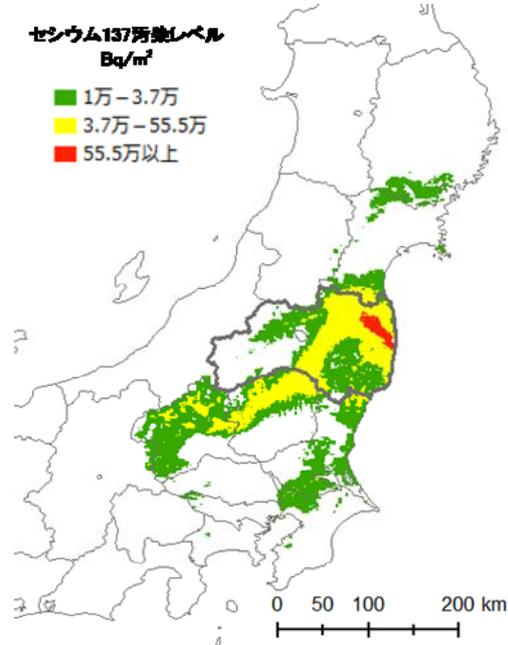


図1. 福島原発事故によるセシウム137汚染マップ。

(2) 飯舘村での放射線量の推移：2011年3月末より、今中らのグループは飯舘村の放射線量を定期的に調査してきた。図2は、飯舘村全域を対象とする走行サーベイによる平均放射線量の推移をプロットしたものである。2011年3月29日の毎時10.8マイクロシーベルトから、2018年3月31日には毎時0.55マイクロシーベルトと、この7年間で約20分の1に減少した。減少傾向の分析から、放射能の自然減衰により10分の1に、除染作業でさらに2分の1に減衰したものと判断されている。

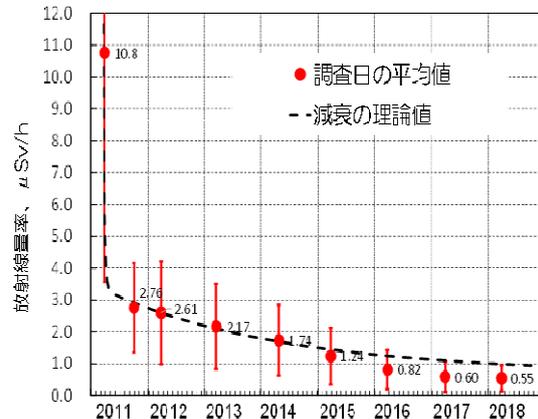


図2. 飯舘村全域の放射線量の推移。

図3は、2018年3月31日に実施した飯館村全域走行サーベイに基づく放射線量マップである。図の黒点が261カ所の走行サーベイ測定ポイントで、地理情報処理ソフトArcGISを用いてのデータを外挿しマップを作成した。図4は飯館村の20行政区と避難区分である。北部に比べ南部の汚染が大きく、帰還困難区域である長泥地区の放射線量は毎時1マイクロシーベルトを越えている。

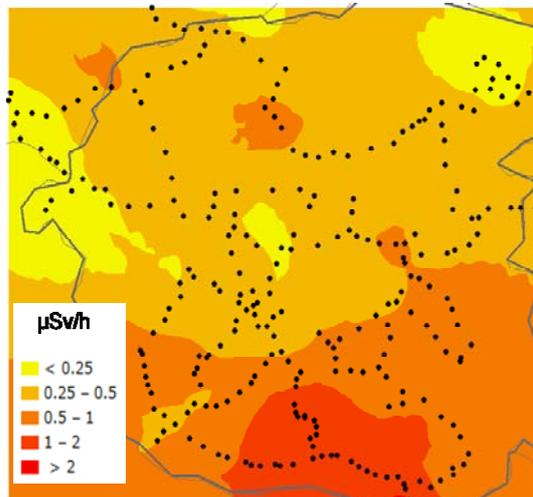


図3. 飯館村全域走行サーベイによる2018年3月31日の放射線量マップ。



図4. 飯館村の20行政区と避難区分

2017年3月末の避難指示解除を前にした2016年に、村に戻ったときの被曝量を見積もるため、地元の方の協力を得て、前田、上飯樋、蕨平、小宮・菅刈庭の4地区で、除染済み家屋周辺の放射線量を測定した。測定結果を表1に示す。生活空間である家屋周辺の放射線量は毎時0.5~1.0であり、年間の外部被曝は3~5ミリシーベルトと見積もられた。

表1. 飯館村除染後の家屋周辺放射線量

地区名	戸数	空間線量率平均値、 $\mu\text{Sv}/\text{時}$			
		上口	玄関前	庭	母屋裏
前田	55	0.68	0.42	0.60	0.78
上飯樋	125	0.48	0.37	0.51	0.68
蕨平	48	0.99	0.79	1.01	1.13
菅刈庭	21	0.86	0.65	0.93	1.09

(3)チェルノブイリ原発事故と福島原発事故の比較：チェルノブイリ原発事故は、原子炉出力のコントロールに失敗した“暴走事故”により原子炉と建屋が一瞬のうちに破壊され、大気中に放出された放射能の組成は、炉心組成に近かった。一方、福島原発事故は、電源喪失にともなう“冷却失敗事故”であり、炉心溶融は徐々に進展し、炉心そのものでの爆発は生じていない。大気中に放出された放射能は、溶融炉心から逸散したガス状・揮発性放射能が中心であった。表2は、大気中に放出された主な放射能の放出量の比較である。環境影響が大きな、ヨウ素131やセシウム137の放出量は、チェルノブイリが約6倍であった。チェルノブイリでは表2の核種に加えて、さまざまな非揮発性核種が放出された。

表2. 福島とチェルノブイリの比較：大気中に放出された主な放射能。

核種	半減期	放出量、PBq (10^{15}Bq)	
		福島	チェルノブイリ
ヨウ素131	8日	300	1,760
セシウム132	3日	310	1150
セシウム134	2年	15	47
セシウム137	30年	15	85

表3は、汚染面積と住民数について、福島とチェルノブイリを比較したものである。チェルノブイリでは、1平方m当り3.7万Bq以上が「汚染地域」と定義され、しかるべき対策が必要とされている。放射性物質の扱いを規制するための日本の法令では、取扱施設において放射線管理区域を設定すべき汚染レベル(1平方m当り4万Bq)に相当する。1平方m当り55.5万Bq以上はチェルノブイリでは「義務的移住地域」に指定される。

セシウム137の放出量は6倍なのにチェルノブイリの汚染面積が13倍とか17倍であるのは、福島の場合、大気中に放出された放射能の多くが太平洋側に流れたためである。また、住民数の比が、汚染面積比に比べて小さいのは、人口密度の違いを反映している。

表3. 福島とチェルノブイリの比較：セシウム137汚染レベル別の面積と住民数

< 1平方m当り3.7万Bq以上 >			
	福島	チェルノブイリ	福/チェ比
面積、 km^2	8,400	145,000	17
住民数、万人	159	591	3.7
< 1平方m当り55.5万Bq以上 >			
	福島	チェルノブイリ	福/チェ比
面積、 km^2	767	10,300	13.4
住民数、万人	8.2	38.4	4.7

(4)世界の核災害に関する研究成果報告会：本研究プロジェクトのまとめとして、関連する研究者の協力を得て、2017年11月12日に東京の星陵会館にて研究成果報告会を開催した。一般市民を含め約250名の参加があり活発な議論を行った。詳細は、当日の記録とプロシーディングスにまかせ、ここでは12件の報告のタイトルを記しておく。

- ①「科研費共同研究の概要と、ウラル核惨事、ウインズケール火災事故、ウラジオストク原潜臨界事故の顛末」今中哲二
- ②「マーシャル諸島米核実験の「その後」：核被害からの「再生」・「復興」はあるのか」竹峰誠一郎
- ③「仏領ポリネシアでのフランス核実験と公式報告に見る放射能汚染・被ばく状況」真下俊樹
- ④「住民の核実験に対する認識について：セミパラチンスクにおける質問票調査とインタビューより」平林今日子
- ⑤「核被害者への援護制度：セミパラチンスクと原爆被爆者を事例に」川野徳幸
- ⑥「ABCCと米原子力委員会の被爆者調査」高橋博子
- ⑦「放射線の継世代（遺伝的）影響研究の現状と問題点：核被害者次世代の人権を考える」振津かつみ
- ⑧「事故31年、チェルノブイリ高濃度汚染地域の内部被ばく」木村真三
- ⑨「誰が、どうやって事故を収束したか？～チェルノブイリ・東海村・福島現場で～」七沢潔
- ⑩「英国の核災害時緊急事態対応体制から学ぶ」進藤真人
- ⑪「米国の核廃棄物問題の現状」玉山ともよ
- ⑫「台湾の原子力政策の転換過程：「フクシマ・エフェクト」はどう作用したのか」鈴木真奈美

◎当日資料

<http://www.ri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/kksgi.html>

◎プロシーディングス

http://www.ri.kyoto-u.ac.jp/PUB/report/04_kr/img/ekr023.pdf

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計31件)

- ①Akimoto SI, Li Yang, Imanaka T, Sato H, Ishida K., Effects of radiation from contaminated soil and moss in Fukushima on embryogenesis and egg hatching of the aphid *Prociphilus oriens*, *Journal of Heredity*, 査読有、109巻、2018、199-205
doi:10.1093/jhered/esx072
- ②Rakwal R, Hayashi G, Shibata J, Imanaka T et al., Progress Toward Rice

Seed OMICS in Low-Level Gamma Radiation Environment in Iitate Village, Fukushima, *Journal of Heredity*, 査読有、109巻、018、206-211
doi:10.1093/jhered/esx071

- ③ S. Takemine, Invisible Nuclear Catastrophe Consequences of the U.S. Atomic and Hydrogen Bomb Testings in the Marshall Islands: Focusing on the “Overlooked” Ailuk Atoll, *Hiroshima Peace Science*, 査読有、39巻、2018、43-68
- ④今中哲二、チェルノブイリ事故と福島事故：事故の経過と放射能汚染の比較、*科学史研究*、査読無、283巻、2017、208-216
- ⑤今中哲二、20ミリシーベルトと幻の安全・安心論、*科学*、査読無、87巻、2017、681-687
- ⑥Wang Z, Zheng J, Imanaka T, Uchida S. A rapid method for accurate determination of ²⁴¹Am by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry and its application to Sellafield site soil samples, 査読有、*JAAS*, 32巻、2017、2034-2040,
DOI: 10.1039/c7ja00201g
- ⑦N. Kawano, Luli van der DOES, Heritage of the Atomic-Bomb Experience: What needs to be conveyed?, *Hiroshima Peace Science* 39, 69-93, 2017
- ⑧今中哲二、飯館村における放射線量の現状調査報告、*原子力資料情報室通信*、査読無、513巻、2017、8-11
- ⑨今中哲二、広島原爆炸裂の初期プロセスについての考察：リトルボーイノートより、*放射化学*、査読無、34巻、2016、24-37
- ⑩今中哲二、原発事故から5年：放射能汚染と向き合う時代を考える、*技術倫理研究*、査読無、13巻、2016、59-99
- ⑪今中哲二、チェルノブイリと福島：事故プロセスと放射能汚染の比較、*科学*、査読無、86巻、2016、252-257
- ⑫竹峰誠一郎、マーシャル諸島の米核実験被害に対する補償制度、環境と公害、査読無、46巻、2016、29-35
- ⑬ T. Imanaka, G. Hayashi et al, Comparison of the accident process, radioactivity release and ground contamination between Chernobyl and Fukushima-1, *Journal of Radiation Research*, 査読有、56巻、2015、i56-i61

doi: 10.1093/jrr/rrv074

⑭今中哲二、遠藤暁ほか、「この4年間の飯館村放射能汚染調査の報告」、科学 85 巻 pp608-612 (2015).

⑮S. Endo, T. Imanaka et al, Mapping of the cumulative β -ray dose on the ground surface surrounding the Fukushima area、Journal of Radiation Research、査読有、56巻、2015、i48-i55

doi:10.1093/jrr/rrv056

⑯今中哲二、放射能汚染への向き合い方：どこまでの被曝をガマンするか、農村計画学会誌、査読無、32巻、2014、449-451

⑰竹峰誠一郎、川野徳幸、Talgat MULDA GALIYEV、Kazbek APSALIKOV、旧ソ連核実験によるセミパラチンスク核被害者に対する社会保障法の概要、広島平和科学、査読無、37巻、2015、69-93

⑱今中哲二、原爆直後の残留放射能調査に関する資料収集と分析、広島平和記念資料館資料調査研究会研究報告、査読無、10巻、2014、31-52

[学会発表] (計38件)

①今中哲二、20ミリシーベルトは安全・安心か、飯館村放射能エコロジー研究会シンポジウム、2018

②今中哲二、福島第1原発事故によるいわき市における初期被曝評価の試み、環境放射能研究会、2018

③今中哲二、ウラルの核惨事とその影響研究の紹介、福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する勉強会、2017

④今中哲二、飯館村における6年間の放射線量の推移と除染後の生活空間の現状、日本放射化学会、2017

⑤M. Shindo, Ensuring Nuclear Safety; Is the Japanese law reform after the TEPCO Nuclear Disaster effective?, 15th Annual Colloquium of the IUCN Academy of Environmental Law, 2017

⑥川野徳幸、継承の課題：何が継承できるのか、何を継承するのか、広島大学平和科学研究センター主催国際シンポジウム、2017

⑦川野徳幸、原爆体験とは何か、ヒロシマとは何か:「平和観光」という視点から考える、国際シンポジウム「平和観光研究の可能性」、2017

⑧竹峰誠一郎、マーシャル諸島 米核実験のその後——「復興」・「再生」を問う、環境社会学会第55回大会、2017

⑨S. Takemine, Still Living with Nuclear Fallout in the Marshall Islands: Looking at the Fear of Climate Change、International Studies Association、2017

⑩ S. Taekemine, Invisible Nuclear Catastrophe on the Marshall Islands: Focusing Ailuk Atoll, Marshall Islands Nuclear Legacy Conference, 2017

⑪今中哲二、放射線量の現状と将来予測、飯館村放射能エコロジー研究会、2017

⑫竹峰誠一郎、太平洋マーシャル諸島における核実験補償制度、環境経済・政策学会、2016

⑬今中哲二、チェルノブイリ原発事故と福島原発事故：事故プロセスと放射能汚染の比較検討、日本科学史学会、2016

⑭今中哲二、福島原発事故から5年、第112回原子力安全問題ゼミ、2016

⑮S. Takemine, Pursing a Method for Approaching Invisible Nuclear Disasters: From the Perspective of "Global- Hibakusha", International conference Chernobyl accident and society: 30 years after catastrophe, 2016

⑯ T. Imanaka et al, Initial External Radiation Dose to Residents in Iitate Village until Evacuation Due to the Fukushima-1 NPP Accident, The 4th International N.W. Timofeeff-Ressovsky Conference, 2015

⑰川野徳幸、核の脅威：原爆被爆被害を通して、日本物理学会 第70回年次大会、2015

⑱N. Kawano, Outline of Atomic-Bomb Affliction, focusing on Mental Effects / Social discriminations, International Conference: Seventy Years After Hiroshima, 2015

⑲今中哲二、飯館村や浪江町赤字木での放射能汚染調査の報告、第5回飯館村放射能エコロジー研究会シンポジウム、2014

⑳S. Takemine, Overlooked Invisible Victims of the US Nuclear Testing in the Marshall Islands, 25th International Peace Research Association General Conference, 2014

〔図書〕（計7件）

- ①今中哲二、川野徳幸（編）、京都大学原子炉実験所、「世界の核災害に関する研究成果報告会」研究成果報告書 KURRI-EKR-23、2018、120
http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/PUB/report/04_kr/img/ekr023.pdf
- ②服部倫卓、越野剛、今中哲二（共著）、明石書店、ベラルーシを知るための50章、2017、266-270
- ③齊藤剛、福本学、今中哲二（編）、京都大学原子炉実験所、「福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する研究会」報告書 KURRI-EKR-15、2016、253
http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/PUB/report/04_kr/img/ekr015.pdf
- ④今中哲二（共著）、岩波書店、熊取六人組 原発事故を斬る、2016、41-82
- ⑤今中哲二（監修）、進藤眞人（監訳）、京都大学原子炉実験所、チェルノブイリ事故から25年：将来へ向けた安全性 2011年ウクライナ国家報告 KURRI-EKR-5、2016、404
http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/PUB/report/04_kr/img/ekr005.pdf
- ⑥今中哲二、福本学（編）、京都大学原子炉実験所、「福島原発事故による周辺生物への影響に関する専門研究会」報告書 KURRI-EKR-4、2016、132
http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/PUB/report/04_kr/img/ekr004.pdf
- ⑦竹峰誠一郎、新泉社、マーシャル諸島 終わりなき核被害に生きる、2015、456

〔産業財産権〕 なし

〔その他〕

ホームページ等

原子力安全研究グループ

<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/>

飯舘村放射能エコロジー研究会（IISORA）

<http://iitate-sora.net/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今中 哲二（IMANAKA TETSUJI）
京都大学・原子炉実験所・研究員
研究者番号：90109083

(2) 研究分担者 3人

川野 徳幸（KAWANO NORIYUKI）
広島大学・平和科学研究センター・教授
研究者番号：30394463

竹峰 誠一郎（TAKEMINE SEIICHIRO）

明星大学・人文学部・准教授

研究者番号：40523725

進藤 眞人（SHINDO MAHITO）

早稲田大学・社会科学総合学術院・助教

研究者番号：30802061

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者

鈴木真奈美（SUZUKI MANAMI）

明治大学大学院・教養デザイン研究科・助手

真下俊樹（MASHIMO TOSHIKI）

埼玉大学・経済学部・非常勤講師

平林今日子（HIRABAYASHI KYOUKO）

京都大学・大学院医学研究科・特定助教

高橋博子（TAKAHASHI HIROKO）

名古屋大学・法学研究科・研究員

振津かつみ（FURITSU KATSUMI）

兵庫医科大学・遺伝学・非常勤講師

木村真三（KIMURA SHINZOU）

獨協医科大学・国際疫学研究室・准教授

七沢潔（NANASAWA KIYOSHI）

NHK放送文化研究所・上級研究員

玉山ともよ（TAMAYAMA TOMOYO）

のりたま農園・専従