

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：82626

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2017～2022

課題番号：16KK0019

研究課題名（和文）放射線被ばく等への効果的なリスク対策に資するリスク評価手法・過程に関する研究（国際共同研究強化）

研究課題名（英文）Study on risk assessment methods and processes for effective risk management of radiation and chemical exposure (Fostering Joint International Research)

研究代表者

内藤 航 (NAITO, WATARU)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・エネルギー・環境領域・研究グループ長

研究者番号：10357593

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 9,000,000円

渡航期間： 7ヶ月

研究成果の概要（和文）：科学的合理性が高く社会に受容されるリスク対策が備えるべき要件とリスク評価とコミュニケーションのあり方の提案に資する科学的知見を得るため、国内外における放射性物質の被ばくリスク対策（食品中の基準値の設定）や実践的活動について、多面的かつ国際的な側面から分析を行った。放射性物質のリスク対策（基準値）はそれぞれの国の政治経済状況や食文化・食習慣により異なること、基準値に対する公衆の認知は、地域や文化の違いによる制限は受け入れられないかもしれないこと、放射線リスクのコミュニケーションでは様々な形で文脈化・地域化する努力が効果的なコミュニケーション活動の重要な要素であること等が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、化学物質や放射性物質の合理性の高い基準値の設定やリスク管理手法のあり方への貢献が期待でき、異なる国や地域でのリスク対策の背後にある社会的な制度や価値観を理解することで、国際的な協力や文化的な違いに対応するための洞察が得られる。国際的な調和が必要なリスク対策について、リスク対策の背後にある社会的要因や文化的背景をより深く理解できるようになり、効果的かつ適切なリスク管理対策の策定への貢献が期待できる。また、環境リスク問題の解決や参加型アクション研究の企画・立案にも重要な情報を提供することが期待できる。

研究成果の概要（英文）：To obtain scientific knowledge that contributes to the proposal of requirements for risk management measures with high scientific rationality and social acceptance, an analysis was conducted from multifaceted and international perspectives on the measures against radiation exposure risks (setting of standards for food) and practical activities concerning radioactive substances both domestically and internationally. It was confirmed that the risk management measures (standards) for radioactive substances vary depending on the political and economic conditions of each country, as well as the food culture and dietary habits. Public awareness of these standards may not be subject to limitations imposed by regional and cultural differences. In the communication of radiation risks, efforts to contextualize and localize in various ways were identified as important elements of effective communication activities.

研究分野：環境リスク学

キーワード：リスク評価 リスク管理 リスクコミュニケーション 福島 基準値 社会受容性

1. 研究開始当初の背景

福島第一原発の事故に起因する放射性物質で汚染された地域において、住民の避難や帰還・活動制限、除染等の被ばく線量対策についての意思決定の基礎は外部被ばく線量（以降、被ばく線量）であった。政府や自治体より被ばく線量評価のための予測式や実測データが公表されていたが、それらは、実態に合っていなかったり、年間積算量であったりしたため、被ばく線量低減対策の具体的な検討には使えないという課題があった。さらに限られたリソース（例えば費用や人）や住民のリスクに対する認知の違いがある中で、不確実性を伴う放射性物質の線量・リスク評価の結果を、どのように効果的なリスク対策に繋げるかは、そのコミュニケーションとともに、国内外において共通の課題であった。特に、科学的にも社会的にも合理性の高いリスク対策のあり方を理解するためには、リスク対策（例えば基準値の設定）の背後にある社会制度や価値観の理解することが重要である。

2. 研究の目的

本研究では、国内外における放射性物質の被ばくリスクに関する対策や事例研究の実態調査を国際共同研究者と共同して実施して、より多面的かつ国際的な側面から、科学的合理性が高く社会に受容されるリスク対策が備えるべき要件とリスク評価とコミュニケーションのあり方を提案することを目的とした。具体的には、チェルノブイリ事故の影響を受けた欧州における複数の国（例えばノルウェー等）のリスク対策実務者や研究者に対して、放射性物質等のリスク対策（例えば基準値の設定）の根拠・背景、モニタリング、対策の効果等を知るための文献調査やヒアリングを実施し、さらにリスク対策（基準値）に対する公衆の認知に関するオンラインアンケートを日本とノルウェーで実施する。そして、欧州および日本における調査結果を比較検討し、効果的なリスク対策が備えるべき要件とリスク評価・コミュニケーションの在り方について考察する。

3. 研究の方法

チェルノブイリ事故の影響を受けた欧州における複数の国（例えばノルウェー、ベラルーシ、イギリス、フランス）や地域におけるリスク対策（例えば基準値の設定）や事例研究について、文献の調査や各国のリスク対策実務者や研究者に対してのヒアリングを行い、対策の根拠・背景、モニタリング、対策の効果、障害要因、推進要因等の調査を実施する。調査対象の候補はノルウェー、イギリス、フランス、ベラルーシ等とした。さらに、ノルウェーと日本において、リスク対策に対する公衆の認知に関するオンラインアンケートを実施する。これらの調査を通して得られたリスク対策や事例研究の調査結果を比較検討し、体系的に分析して、それぞれのリスク対策の特性ならびに推進と障害要因を明らかに、共同研究者と考察し、効果的なリスク対策が備えるべき要件とリスク評価・コミュニケーションの在り方について取りまとめる。

4. 研究成果

4.1 放射性物質のリスク対策（基準値設定）の国際比較

チェルノブイリ事故の影響を受けた欧州における複数の国（例えばノルウェー、ベラルーシ、イギリス）の放射性物質に関するリスク対策（基準値の設定）について、その根拠・背景、対策の効果等を把握するために、関係者へのヒアリングと文献調査を実施した。チェルノブイリ原発事故後に設定された食品中の放射性物質の各国の基準値等を表1～表5に示す。

- 表1 コーデックス委員会による食品中の放射性セシウムのガイドライン値
- 表2 チェルノブイリ事故後の輸入食品における放射性セシウムに関する規制
- 表3 将来の原子力事故に対する最大許容レベル（ $^{134}\text{-Cs}$ + $^{137}\text{-Cs}$ ）
- 表4 ノルウェーにおける食品中の放射性セシウムの介入レベル
- 表5 放射性セシウムに対するスウェーデンにおけるトナカイ肉や他の食品の食事アドバイス

放射性物質のリスク対策（基準値）の国際比較において得られた知見の概要を以下に述べる。

- 諸外国の基準値の大部分は、関連する国際的および国内的な放射性物質の基準および派生する参照レベル（1 mSv や 5 mSv）が根拠になっていた。コーデックス委員会による食品中の放射性セシウムのガイドライン値が EU や日本の基準値の基盤である。欧州では、チェルノブイリ事故当時、規制基準が存在しなかった。1986年5月、欧州共同体（EC）は一部の第三国からの農産物の輸入を一時的に停止する規則やチェルノブイリ原子力発電所の事故に続いて第三国からの農産物の輸入に関する規則を採択し、欧州委員会は1987年、将来の原子力事故に備えて食品と飼料の最大許容レベル（MPL）を定義した。
- ノルウェーやスウェーデンでは、特定の食品（例：羊肉、トナカイ肉など）の最大許容レベル（MPL）を引き上げて、当該地域や地域住民のビジネス基盤や文化・生活様式を維持することが重要視された。
- CIS 諸国では、1986年から1990年および1991年以降に異なる概念が適用され、食品の種類に応じて、詳細な基準値が設定されている。チェルノブイリ事故直後（1986年）から線量限度が100mSv（1986年）、50mSv（1987年）、30mSv（1988年）、5mSv（1990年）と変遷し

- ていき、それに合わせて、食品中の基準値が変化していった。
日本の食品中の放射性物質の基準は他国の基準値等と比較するとやや厳しい値であった。食品群ごとに設定された値は、食品の生産地に関係なく一律に適用された。

以上、放射性物質のリスク対策（基準値）はそれぞれの国の政治経済状況や食文化・食習慣により異なるため、基準値の値にのみ焦点を当てた比較は誤解を招く可能性があることが考えられた。食品の基準値は、それぞれの国において対象とする放射性核種や食品のグループ化、摂取割合の設定等に違いがあるため、コーデックスのGLをベースとしたとしても、基準値は統一した値にはならないことが確認できた。国内規制における食品基準値の統一化は必要ないと考えられるが、安全”基準の誤った理解や解釈を避けるためにも、基盤となる原則の共有や導出過程の透明化は重要だと考えられる。また、放射線防護に関する基準値等は、それぞれの国の目的に応じて意味や運用が異なることにも注意が必要である。

表1 コーデックス委員会による食品中の放射性セシウムのガイドライン(GL)値

放射性核種	食品	GL (Bq/Kg)
$^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]	乳児用食品	1000
	乳児用以外の食品	1000

Codex Standard 193-1995 Amended 2009, 2010 CODEX GENERAL STANDARD FOR CONTAMINANTS AND TOXINS IN FOOD AND FEED

表2 チェルノブイリ事故後の輸入食品における放射性セシウムに関する規制

食品	Bq/kg
牛乳・乳製品・乳幼児食品	370
その他の食品	600

出典：(EEC1707/86)

表3 将来の原子力事故に対する最大許容レベル ($^{134}\text{-Cs} + ^{137}\text{-Cs}$)

食品	Bq/kg
乳幼児食品	400
乳製品	1000
一般食品	1250
マイナーな食品	12500
液状の食品	1000

出典：3954/87/Euratom, 2218/89/Euratom, 770/90/Euratom, and 2016/52/Euratom

表4 ノルウェーにおける食品中の放射性セシウムの介入レベル[Bq/kg]

	1986年 5月	1986年 6月	1986年 11月	1987年 7月	1994年	現在
基本食品	300 for ^{137}Cs	600				600
牛乳と乳児用食品		370				370
トナカイ肉			6000		3000	3000
野生淡水魚類				6000	3000	3000

表5 放射性セシウムに対するスウェーデンにおけるトナカイ肉や他の食品の食事アドバイス

食品中の Cs-137 濃度	消費者に対するアドバイス
300 Bq/kg 未満	通常通り摂食可能
300 1,500 Bq/kg	週に1回以上は摂食しない
1,500 10,000 Bq/kg	年に数回以上は摂取しない
10,000 Bq/kg 以上	食べない

出典：IAEA-TECDOC-1788

4.2 放射性物質のリスク対策（基準値対策）に対する公衆のリスク認知

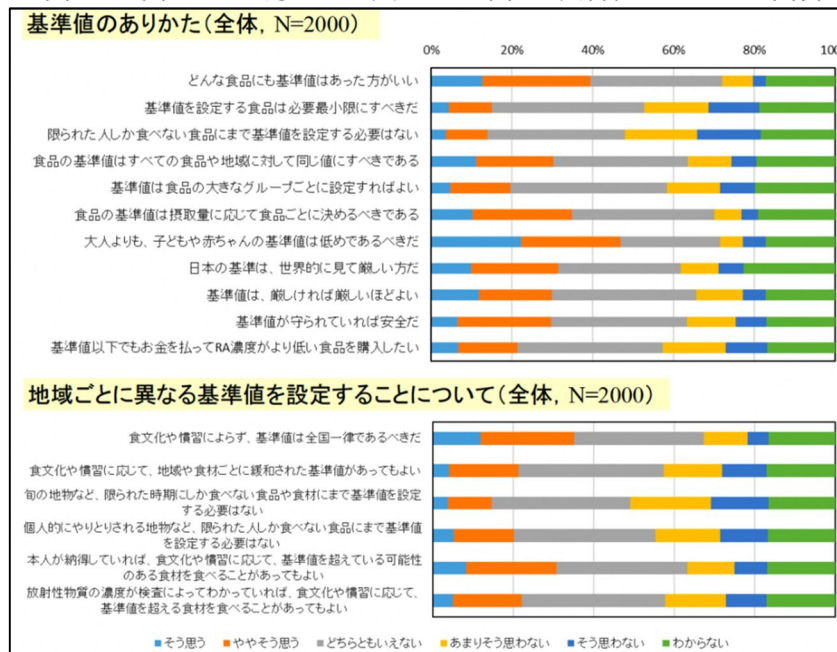
化学物質や放射性物質等の食品基準値の理解や受け止め方、行動の関係を理解し、合理性の高いリスク対策や基準値設定のあり方の検討に活かす知見を得るために、日本とノルウェーにおいて放射性物質の基準値に対する公衆の認知・行動に関するアンケート調査を行った。日本ではオンライン調査を2019年12月から2020年2月にかけて実施した。日本とノルウェーでの調査結果を比較可能とするため、できるだけ同じ質問項目を設定した。

日本の調査では対象は全国に居住する20歳以上の男女2000名とした。福島在住の回答者500人と全国（福島以外）の回答者1500人を対象とした。基本集計の結果、基準値に対する個人の受け止め方はばらつきが大きいこと、基準値は地域ごとの食文化等の違いは考慮せず一律の値が良いと考えている人が多いこと、全国一律の措置が一定の安心感に繋がっていることが推察された(図1)。ノルウェーの調査では約1000人を対象したアンケートを実施した。

検査濃度（基準値以下）が表示されているものは購入しない、と回答した人の割合は、福島在住者と比較して、全国の回答者の方が高かった。検査結果を表示することが却って、消費者が購入を避ける要因になっている可能性が示唆された。放射性物質に関して、福島在住者とそれ以外では、基準値に対する知識や食品の購買行動等に若干の違いが見られた。

地域や食品によって、食品中の放射性物質に柔軟な基準値を設定することに同意する割合は日本もノルウェーも同程度であった。ノルウェーでは、チェルノブイリの事故後にトナカイの肉の許容値を緩和したことは半数程度の人を受け入れていることがわかった。地元の食品を食べ、地元の生産者を支援することは重要だが、地域や文化の違いによる制限は受け入れられないかもしれないことが示唆された。また、放射線リスクは常に人々の懸念事項であるとは限らないこと、基準値の設定根拠、改訂がある場合のその理由、政府に対する信頼度、地域性を考慮した基準値の在り方などに対して貴重な示唆を得ることができた。

図1 基準値のあり方および異なる基準値の受容性についての回答



4.3 福島原発事故後に実施された実践的研究や活動についての評価

福島第一原子力発電所の事故後、福島県内外で実施された放射線リスクに対する公衆理解(PU)のための実践的活動を整理し、主にコミュニケーション戦略やアプローチの観点から考察を行った。福島原発事故後の復興過程において、放射線リスクを様々な形で文脈化し、地域化する努力が放射線リスクの効果的なPU活動の重要な要素であることが確認された。被災した住民や市民に放射能を測定してもらうなど、地域に根ざした市民科学的なアプローチは、放射線状況のPUに貢献したが、倫理的な側面や不確実性の取り扱いなど、いくつかの課題も考えられた。情報通信技術の時代になり、多くの市民、専門家、機関がソーシャルメディアを一般市民に放射線リスクメッセージを発信するためのプラットフォームとして活用し、ソーシャルメディアが放射線リスク情報の提供に重要な役割を果たすことを確認された。このようなレビューや考察から得られた知識や教訓は、放射線だけでなく、有害化学物質など他のストレス要因のリスクに対するPUの向上、将来の災害への備え、災害後の復旧期間中のリスクコミュニケーション計画の支援などに役立つものだと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Naito Wataru, Uesaka Motoki, Kuroda Yujiro, Kono Takahiko, Sakoda Akihiro, Yoshida Hiroko	4. 巻 55
2. 論文標題 Examples of practical activities related to public understanding of radiation risk following the Fukushima nuclear accident	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radioprotection	6. 最初と最後の頁 297 ~ 307
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1051/radiopro/2020086	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 内藤 航・保高 徹生	4. 巻 42
2. 論文標題 福島における線量の計測・評価と対話：地域住民との協働実践	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 水環境学会誌	6. 最初と最後の頁 88-92
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Naito, W., Uesaka, M.	4. 巻 ICRP2017 Proceedings
2. 論文標題 Role of individual dosimetry for affected residents in postaccident recovery: the Fukushima experience	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annals of the ICRP	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/0146645318756820	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 堀越 秀彦、小野 恭子、内藤 航	4. 巻 29
2. 論文標題 福島原子力発電所事故後の放射線リスク低減とリスクコミュニケーションに関する実践的研究活動の分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本リスク研究学会誌	6. 最初と最後の頁 103 ~ 110
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11447/sraj.29.103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Naito, W., Uesaka, M.
2. 発表標題 Role of individual dosimetry for affected residents in postaccident recovery: the Fukushima experience
3. 学会等名 4th International Symposium on the system of Radiological Protection (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小野恭子、内藤航
2. 発表標題 食品の放射性物質に関する基準値はどのように受け止められているか? ~一般市民を対象としたアンケート調査の解析~
3. 学会等名 第33回日本リスク学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naito, W.
2. 発表標題 Role of Citizen Monitoring in Post-Accident Recovery : Opportunities, Challenges and Lessons Learned from Fukushima
3. 学会等名 SFRP FUKUSHIMA 10 years later (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomkiv Y., Naito, W., Ono, K., Oughton, D.
2. 発表標題 Public perceptions and attitudes to residual radioactivity in food
3. 学会等名 6th NERIS workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	オートン デボラ (Oughton Deborah)	ノルウェー生命科学大学・Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management・Professor	
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	トムキヴ イェフゲニヤ (Tomkiv Yevgeniya)	ノルウェー生命科学大学・Centre for Environmental Radioactivity・Postdoctoral Researcher	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
その他の研究協力者	小野 恭子 (Ono Kyoko) (90356733)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・安全科学研究部門・主任研究員 (82626)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------

ノルウェー	ノルウェー生命科学大学			
-------	-------------	--	--	--