

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 1 日現在

機関番号：11601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24710043

研究課題名(和文)エコロジカル・タイム・ロス指標の開発とESDでの活用

研究課題名(英文)Developing an ecological time loss indicator and its use in education for sustainable development (ESD)

研究代表者

後藤 忍(Goto, Shinobu)

福島大学・共生システム理工学類・准教授

研究者番号：70334000

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、2011年3月に起きた東京電力福島第一原子力発電所の事故について、「環境指標を用いた原発事故の影響に関する評価」と「持続可能な発展のための教育(ESD)に資する教材の作成や活用」の2つを目的とした。福島県の物質フロー推計では、原発事故に伴う汚染廃棄物は約3,173万トンであり、総物質投入量を上回る量だった。教材については、国が事故の前後に発行した原子力・放射線教育に関する副読本の内容分析を行った結果、偏りが見られることが明らかになった。その教訓を踏まえ、ESDでも重要な能力の一つとされる批判的思考力を育むため、独自の教材を作成した。

研究成果の概要(英文)：This research aimed to evaluate effects from the TEPCO Fukushima Daiichi nuclear power plant accident in March 2011 using environmental indicators and to make educational materials on nuclear power and radiation which are useful in the context of education for sustainable development (ESD).

By the estimation of material flow in Fukushima prefecture, radioactive wastes generated from the accident were about 31.7 million ton, exceeding a total material input. For the educational materials, a content analysis of the Japanese government's supplementary readers on nuclear power and radiation before and after the accident gave evidence of bias towards the promotion of nuclear power. Based on the lessons learned, the author issued an original, alternative supplementary reader on radiation for developing critical thinking ability, a very important competency in ESD.

研究分野：環境教育

キーワード：原子力教育 放射線教育 ESD 批判的思考力 公平性 環境指標 物質フロー

1. 研究開始当初の背景

(1) 2011年3月に起きた東日本大震災および東京電力福島第一原子力発電所(以下、福島第一原発)の事故により、原発の過酷事故の危険性やその社会経済的影響の大きさが改めて認識されるようになった。日本のエネルギー政策のあり方についても国民的議論が起こり、エネルギーの使用とそれに伴う影響まで含めた「持続可能性」を適切に評価できる環境指標の枠組みを再構築する必要性が高まった。原発の過酷事故により高濃度に汚染された地域では、人々が生活できず避難を余儀なくされるため、持続可能な発展(SD)のいわゆるトリプル・ボトム・ラインを構成する「環境」、「経済」、「社会」の3領域のうち、「環境」の持続可能性こそが真のボトム・ラインであることが示された。

(2) 原子力・放射線教育のあり方についても議論が起こった。福島第一原発事故前の2010年に文部科学省と経済産業省資源エネルギー庁が発行していた原子力に関する副読本(以下、2010年版副読本)は、「(原発は)大きな地震や津波にも耐えられるよう設計されている」と記載されるなど、いわゆる「原発の安全神話」を広めるものとなっており、原発推進側に偏った内容となっていた。2010年版副読本は、福島第一原発の事故後の2011年5月に回収され、放射線の内容に絞った新しい副読本(以下2011年版副読本)が2011年10月に発行されたが、福島第一原発の事故の事実や教訓を十分に反映したものはなかった。

持続可能な発展のための教育(ESD)では、育みたい重要な能力の一つとして「批判的思考力(批判力)」が位置づけられており、国連の持続可能な発展のための教育(ESD)の10年(DES D: 2005年~2014年)を提唱したのは日本政府で、その主担当部局は文部科学省である。DES Dを提唱した日本政府および文部科学省は、人々の批判力を育むことができるような、国際的にも「モデル」となる教材をつくる責任があると言える。

(3) 以上のように、原子力を含むエネルギーの利用について、「持続可能性に関する適切な環境指標の開発」と、「ESDに資する教材の作成や活用」が求められている状況であった。

2. 研究の目的

研究の背景を踏まえ、(1)「環境指標を用いた原発事故の影響に関する評価」、(2)「ESDに資する教材の作成や活用」、の2つを目的とした。

(1)「環境指標を用いた原発事故の影響に関する評価」については、当初、時間単位の新たな指標を開発することを想定していたが、不確実性の高い評価を行うよりも、福島第一原発事故が福島県に現実に与えた影響を評

価することの重要性を鑑みて、従来からある「物質フロー推計」の枠組みを元に、評価を行うこととした。

(2)「ESDに資する教材の作成や活用」については、公的な教材の内容分析や原子力・放射線教育に関する調査を行って実態を明らかにするとともに、判断力・批判力の育成に貢献するための教材を作成し、講義等で実践することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 福島県の物質フロー推計

福島第一原発事故による影響を評価するため、事故前(2008年)の物質フローとの比較可能性を重視し、各種統計データの積み上げを基礎とした。基準年については、東日本大震災および福島第一原発事故の影響が現れていて、かつ推計に必要な統計資料が比較的整っている年として、2011年度を基準とした。同年の資料が入手できない場合は、2011年(暦年)や、できるだけ近い年のものを用いた。

積み上げ方法は、福島県の物量データが存在するものは基本的にそれを用い、存在しないものについては、経済統計資料から福島県の活動水準の全国に占める割合を求め、それを全国の物量データに乗じることにより求めた。また、単位が重量以外(体積や台数など)で表されているデータは、密度などを設定して適宜重量への変換を行った。

なお、物質フローの断面については、「資源投入」、「製品生産」、「消費・廃棄」、「処理・処分」の4つについて推計を行った。「販売・購入」の断面については、その推計に必要な2011年度における福島県の域外との移輸出・移輸入量に関する統計資料が入手できなかったことから、やむを得ず推計しなかった。

(2) ESDに関する教材の作成や活用

公的な教材の内容分析

国が発行した2010年版副読本と2011年版副読本を対象に、テキストマイニングと感性解析を適用して特徴を把握した。テキストマイニングでは、樋口耕一氏が開発したソフトであるKH Coderを使用した。

主な手順は次の通りである。

- 頻出語(150語)の抽出、
- データの整形(複合語・不要語の指定)
- テキストデータ全体の共起ネットワーク図の作成(中心性、サブグラフ検出)、
- 自動的に分類されたクラスターごとのコーディングと各コードと関連する語およびその共起割合の把握、
- 特定の語(「原子力」、「放射線」)を中心とした共起ネットワーク図の作成(媒介性に基づくサブグラフ検出)

また、感性解析では、肯定的/否定的評価を示す「感性語句」をあらかじめ設定し、その出現回数を分析した。原子力や放射線に関し

て対語関係にある語句を10組計20設定した。

判断力・批判力の育成を目的とした教材の作成

福島第一原発事故における教育面での教訓を記録するとともに、ESDで育みたい重要な能力の一つである批判的思考力の育成を主な目的として、独自の教材を作成した。国の2010年版副読本と2011年版副読本における記述等を積極的に載せることでバランスに配慮しながら、そこに見られる問題点を指摘することで、判断力や批判力を育むことができるように工夫をした。

また、国の副読本の公平性のあり方を考えるため、ドイツの環境省が2008年に発行した原子力に関する副読本を取り上げ、日本の副読本との比較対照を行うとともに、その特徴を独自の教材に取り入れた。ドイツの副読本は、UNESCOにより、DESD事業の教材として認定されている点も重視した。

原子力・放射線教育の実態調査

福島県における原子力・放射線教育の実態を明らかにするため、質問紙を用いた調査を実施した。具体的にはa)福島県内の中学校理科教員を対象とした調査、b)福島県内の59市町村の教育委員会を対象とした調査、c)福島大学の教員志望の大学4年生を対象とした調査、をそれぞれ行った。

a)「福島県内の中学校理科教員を対象とした調査」では、県内の公立中学校全231校を対象とし、震災・原発事故の影響で臨時休業となっている3校を除く228校について、質問紙を用いた自記式調査を行った。回答は、各中学校で理科を担当されている先生方の中の1名に依頼し、郵送による回収調査法を用いた。期間は2013年12月11日～24日に実施した。

b)「福島県内の59市町村の教育委員会を対象とした調査」では、県内全ての59市町村の教育委員会を対象として、電話での聞き取り調査と、質問紙を用いた調査を行った。質問紙への自記式調査で、郵送による回収調査法を用いた。期間は2014年12月15日～2015年1月9日に実施した。

c)「福島大学の教員志望の大学4年生を対象とした調査」では、質問紙を用いた自記式調査で、教員志望の学生が受講する講義科目において、講義担当者の了解を得て実施した。期間は2014年12月17日～18日に実施した。

4. 研究成果

(1) 福島県の物質フロー推計

2008年との比較を行った結果、2011年度の福島県の物質フローは、東日本大震災と福島第一原発の事故によって大きな影響を受けたことが確認された。物質フローの代表的な指標で見ると、次のような特徴が明らかとなった。

「入口」では、「総物質投入量」が約4,237万トンから約2,694万トンへ、「天然資源等投入量」が約3,687万トンから約2,164万トンへと、3割～4割程度減少した。特に、火力発電用の石炭消費量が約1,415万トンから約446万トンへと3分の1以下になったことが大きく影響した。「資源生産性」も約24.5万円/トンから約33.1万円/トンへ3～4割程度改善した。

「循環」では、「再生利用量」は約550万トンから約530万トンへと、あまり変化しなかったが、総物質投入量が大きく減少したことにより、見かけ上、「再生利用率」は13.0%から19.7%へ5割程度改善した。

「出口」では、「最終処分量」が約91万トンから約63万トンへ3割程度減少した。総物質投入量や天然資源等消費量は3割～4割減少した。特に、火力発電所の石炭消費量の減少が大きな要因となった。再生利用量の変化はそれほど大きくなかったが、総物質投入量が大きく減少したことにより、見かけ上、再生利用率は5割程度改善した。最終処分量も3割程度改善した。

そして、放射能汚染の実態に近いと考えられる、除染に伴う土壌や汚染水、廃炉に伴う廃棄物等を推計した結果、「保管・残り」となっている汚染廃棄物は約3,173万トンであり、総物質投入量を上回る規模での廃棄物が発生したと見積もられた。これら膨大な汚染廃棄物への対応は今後の課題であるが、原発の過酷事故が一度起きれば、物質フロー上も大きな影響を及ぼすことが示された。

(2) ESDに関する教材の作成や活用

公的な教材の内容分析

テキストマイニングによる分析結果の例として、2010年版副読本(小学生用)における、「原子力」との共起ネットワークを示す(図1)。共起ネットワークは、関連性の強い語の間のネットワークを示すもので、この図から、「原子力」と結びつきの強い語として「安全」があることが分かる。つまり、2010年版副読本では、原子力発電所の安全性が強調されていたことが裏付けられた。

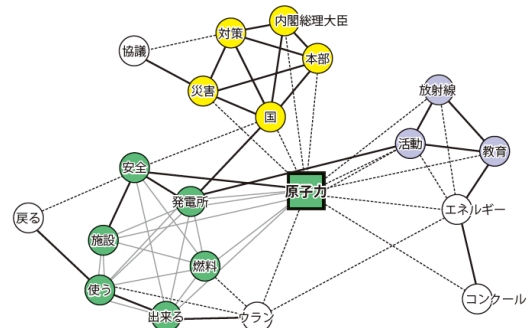


図1 2010年版副読本(小学生用)における「原子力」との共起ネットワーク

また、感性解析の結果の例として、2010年版副読本(中学生用)と2011年版副読

本（中学生用）における感性語句の出現回数を図2，図3に示す。

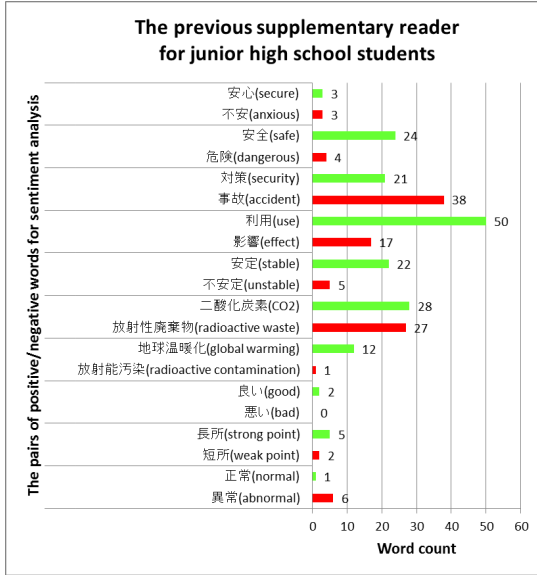


図2 2010年版副読本（中学生用）における感性語句の出現回数

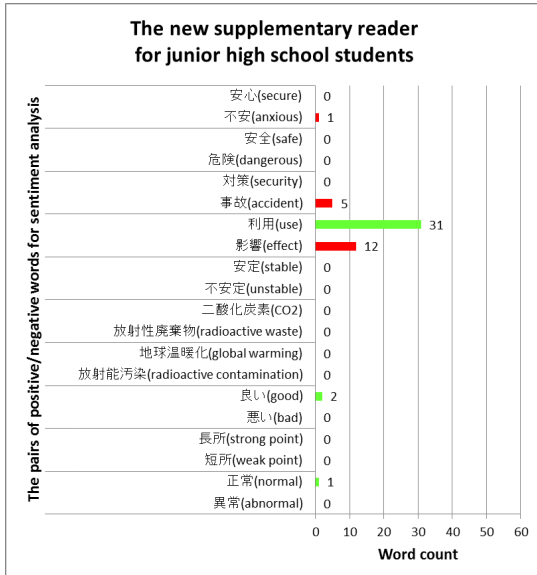


図3 2011年版副読本（中学生用）における感性語句の出現回数

10組計20の感性語句を設定して分析した結果、2010年版副読本では10組中7組で肯定的評価の語が多く出現した。2011年版副読本では、放射線に内容が絞られたため、全体的に語句の出現回数が減ったが、比較的多く出現した、放射線の「利用」と「影響」については、「利用」の方が2倍以上出現しており、肯定的側面が強調されているとの結果になった。

判断力・批判力の育成を目的とした教材の作成

独自の教材として、「放射線と被ばくの問題を考えるための副読本～”減思力”を防ぎ、判断力・批判力を育むために～（改訂版）」を2012年6月に作成するとともに、これを

元にした一般書籍版「みんなで学ぶ放射線副読本 - 科学的・倫理的態度と論理を理解する」を2013年3月に刊行した。

原子力・放射線教育の実態調査

a) 「福島県内の中学校理科教員を対象とした調査」では、125校から回答があり、回収率は54%であった。調査結果の例として、「原子力・放射線教育への不安の理由」について訪ねた結果を図4に示す。

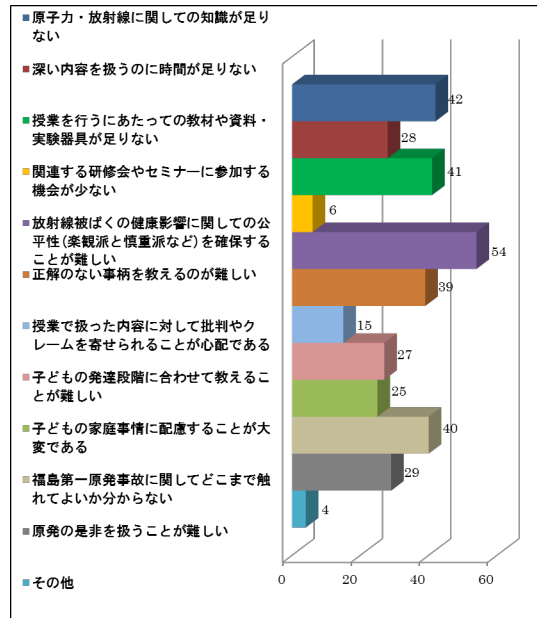


図4 原子力・放射線教育への不安の理由について（n=99，複数回答）

「とても不安である」と「不安である」を合わせて79%の教員が不安があると回答し、不安要因として、「放射線被ばくの健康影響についての公平性（楽観派と慎重派など）を確保することが難しい」が最も多く選択された。これは、教員が使いやすい公的な教材においてそのような情報が少ないこと、また公平性の観点からも十分ではない状況にあることが関係していると考えられた。

b) 「福島県内の59市町村の教育委員会を対象とした調査」では、質問紙調査に対して32の自治体から回答があり、回収率は54%であった。調査結果の例として、「独自の副読本・指導資料を作成している場合に注意した点」について訪ねた結果を図5に示す。

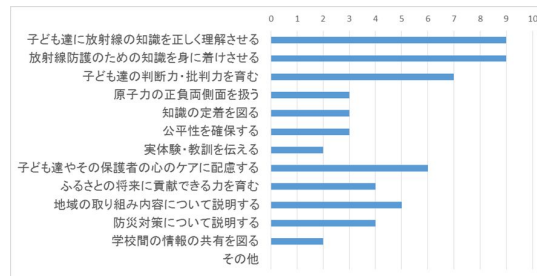


図5 副読本・指導資料を作成する際の注意点の集計結果(n=9，複数回答)

電話調査により 10 の自治体で独自の教材を作成していることが確認されたが、質問紙調査において、独自の教材を作成する際に注意した点として多く選択されたのは、「子ども達に放射線の知識を正しく理解させる」、「放射線防護のための知識を身につけさせる」であった。次いで、ESD の批判的思考力に関する「子ども達の判断力・批判力を育む」が多かった。ただし、判断力・批判力の育成において重要と考えられる「原子力の正負両側面を扱う」、「公平性を確保する」などは少なかった。

c) 「福島大学の教員志望の大学 4 年生を対象とした調査」では、246 名の受講者数 204 名から回答が得られ、回収率は 83%であった。調査結果の例として、「学校現場に立った際、積極的に放射線教育に取り組みたいと思えますか」との質問に対して「はい」を選択した人(204 人中 132 人, 65%)に、その重点について尋ねた結果を図 6 に示す。

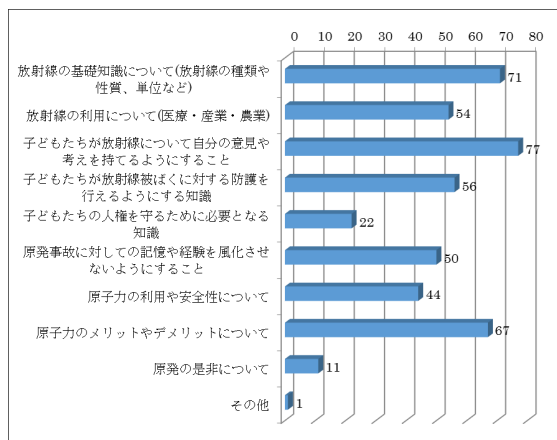


図 6 放射線教育の重点について (n=132, 複数回答)

最も多く選択されたのは「子どもたちが放射線について自分の意見や考えを持てるようにすること」であり、「放射線の基礎知識」や「原発のメリットやデメリット」についても多く選択された。

一方、少なかったのは「子ども達の人権を守るために必要となる知識」や「原発の是非について」であった。このことは、人権問題として放射線被ばくの問題を捉えている学生が少ないことや、原発の是非のように賛否両論がある問題は扱いづらいと考えている学生が多いことを表していると考えられた。

(3) ESD の観点から見た原子力・放射線教育のあり方

本研究の成果により、ESD の観点から見た原子力・放射線教育のあり方について、次のような点を指摘できる。

エネルギーの使用に関する持続可能性について、原発の過酷事故による物質フローへの影響も含めて、トリプル・ボト

ム・ラインを構成する「環境」、「経済」、「社会」の 3 領域の相互依存性や相対的優先順位を議論できるような工夫が求められる。

日本の国の原子力・放射線に関する副読本では原発の推進側に情報が偏っているという不公平性の問題があり、ESD を国際的にも主導する立場の日本政府や文部科学省は、そのモデルとなるような教材をつくることが求められる。

放射線の基礎的知識については、国の副読本や福島県内の自治体が独自に作成した指導資料等の教材が充実してきているが、それらは判断力・批判力の育成に関係する内容(原発の是非、人権問題に関する内容等)が充実しているとは言いがたく、改善の余地がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 6 件)

Shinobu Goto, Fairness in Educational Materials on Nuclear Power and Radiation by the Japanese Government for Formal Education, *The International Journal of Sustainability Education*, 査読有, Volume 12, Issue 2, 9-24, 2016, <http://ijsted.cgpublisher.com/product/pub.275/prod.88>

Shinobu Goto, Itsuki Nozawa, Satomi Iino., Characteristics of Nuclear Power and Radiation Education for Schools in Fukushima Prefecture, Japan, *International Conference: New Perspectives in Science Education, Conference Proceedings, 5th Edition*, 査読無, 395-404, 2016.

後藤忍, 福島第一原子力発電所の事故後における福島県の物質フローの推計, *福島大学地域創造*, 査読有, 第 26 巻 第 1 号, 15-32, 2014, <http://hdl.handle.net/10270/4161>

後藤忍, 原子力に関する副読本の比較～日本とドイツ～, *福島大学地域創造*, 査読無, 第 25 巻 1 号, 65-74, 2013, <http://hdl.handle.net/10270/3932>

後藤忍, こころのケアとしての「減思力」の防止——「放射線と被ばくの問題を考えるための副読本」をつくって, *精神医療*, 査読無, No.72, 41-50, 2013.

後藤忍, 公平性を欠いた原子力教材による洗脳に抗するために, *岩波書店雑誌「科学」*, 査読無, 2012 年 8 月号(通巻 960 号), 0822-0824, 2012.

〔学会発表〕(計 9 件)

Shinobu Goto, Itsuki Nozawa, Satomi

Iino, Characteristics of Nuclear Power and Radiation Education for Schools in Fukushima Prefecture, Japan, International Conference: New Perspectives in Science Education, Conference Proceedings, pp.395-404, 2016年3月17日, Grand Hotel Mediterraneo (Florence, Italy)

國井大祐・後藤忍, 教員志望の大学生の放射線教育に関する意識調査～福島大学の学生を対象として～, 日本環境教育学会第26回大会, 日本環境教育学会第26回大会研究発表要旨集, pp.169, 2015年8月23日, 名古屋市立大学 滝子キャンパス (愛知県名古屋市)

野澤樹・後藤忍, 福島県内の市町村における放射線教育の特性把握, 日本環境教育学会第26回大会, 日本環境教育学会第26回大会研究発表要旨集, pp.178, 2015年8月23日, 名古屋市立大学 滝子キャンパス (愛知県名古屋市)

Shinobu GOTO, Fairness in Public Education and Public Relations on Japan's Nuclear Power, International Conference on Environmental, Cultural, Economic, and Social Sustainability, 2015年1月21日, Scandic Hotel Copenhagen (Copenhagen, Denmark)

飯野里美・後藤忍, 福島県における原子力および放射線教育の実態と課題～中学校理科教員へのアンケートから～, 日本環境教育学会第25回大会 研究発表要旨集, pp.77, 2014年8月2日, 法政大学市ヶ谷キャンパス (東京都千代田区)

後藤忍, 原子力政策と公平性～経済・法・教育・広報の視点から～, 2014年度日本臨床政治学会 研究大会, 2014年4月21日, 専修大学 神田校舎 (東京都千代田区)

Shinobu GOTO and Yuriko SUGAWARA, Content analysis of the Japanese government's supplementary readers on nuclear power and radiation, The MacroTrend Conferences, 2013年12月21日, ESPACE VOCATION PARIS HAUSSMAN SAINT-LAZARE (Paris, France)

菅原百合子・後藤忍, 原子力と放射線に関する副読本の内容分析, 日本環境教育学会, 第24回大会研究発表要旨集, pp.76, 2013年7月6日, びわこ成蹊スポーツ大学 (滋賀県大津市)

後藤忍, 放射線と被ばくの問題を考えるための副読本の作成, 日本環境教育学会第23回大会研究発表要旨集, pp.152, 2012年8月12日, 立教大学(東京都豊島区)

原子力資料情報室編(分担執筆), 七つ森書館, 検証 福島第一原発事故, 2016年, 468p (後藤忍, 福島第一原発事故後のリスク・コミュニケーションの教訓, pp.182-214)

日本臨床政治学会監修・宗像優編(分担執筆), 志學社, 環境政治の展開, 2016年, 367p(後藤忍, 原発政策, pp.185-239)

阿部治編(分担執筆), 合同出版, 原発事故を子どもたちにどう伝えるか - ESDを通じた学び, 2015年, 183p (後藤忍, 原発教育において情報の公平性は確保されているか - 人々の判断力・批判力を育む教育実践と ESD としての課題, pp.85-106)

日本環境教育学会編(分担執筆), 東洋館出版社, 東日本大震災後の環境教育, 2013年, 209p (後藤忍, 判断力・批判力を育む環境教育の必要性, pp.96-103)

福島大学放射線副読本研究会監修・後藤忍編著, 合同出版, みんなで学ぶ放射線副読本 - 科学的・倫理的態度と論理を理解する, 2013年, 133p

福島大学原発災害支援フォーラム [FGF]×東京大学原発災害支援フォーラム [TGF](分担執筆), 合同出版, 原発災害とアカデミズム 福島大・東大からの問いかけと行動, 2013年, 274p (後藤忍, 大学教員の社会貢献活動として何ができるか - 福島大学放射線副読本研究会, pp.105-139)

福島大学放射線副読本研究会監修・後藤忍編著, 福島大学環境計画研究室, 放射線と被ばくの問題を考えるための副読本～”減思力”を防ぎ, 判断力・批判力を育むために～ (改訂版), 2012年, 24p

6. 研究組織

(1) 研究代表者

後藤 忍 (Shinobu GOTO)

福島大学・理工学群・共生システム理工学類・准教授

研究者番号: 70334000