

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月5日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
大阪産業大学・デザイン工学部
[職・氏名]
教授・裕 隆太
[課題番号]
JPJSBP 120209203

1. 事業名 相手国: タイ (振興会対応機関: NRCT) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) タイ国における環境水中トリチウムの全国規模調査と都市排水中の放射能濃度測定

(英文) Nationwide survey of Tritium concentration in environmental water in Thailand and

Measurement of Radionuclides at Metropolitan Waste Water

3. 共同研究実施期間 令和2年 4月 1日 ~ 令和6年 3月 31日 (4 年 0 ヶ月)【延長前】 令和2年 4月 1日 ~ 令和5年 3月 31日 (3 年 0 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Kasetsart University, Associate Professor, Sudprasert Wanwisa

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		7,122,460 円
内訳	1年度目執行経費	2,374,981 円
	2年度目執行経費	2,373,947 円
	3年度目執行経費	2,373,532 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	12 名
相手国側参加者等	13 名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	0	0	0(0)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	6	0	0(0)
4年度目	0	0	4(4)

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣:委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1) 研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

● 目的

「タイ国における環境水中トリチウムの全国規模調査と都市排水中の放射能濃度測定」

● 実施状況

2 年以上に及ぶ新型コロナウイルス感染症の影響をもちに受け、初年度(令和 2 年)から入国規制のため渡航が許可されなかったのみならず、相手国バンコク市内がロックダウンとなり、タイ側の NRCT(タイ国家学術委員会)において年度毎の予算審査に大幅な時間を要し(週数日の勤務制限のため)、日本側との予算年度間に1年以上のギャップが生じてしまった。結果、最終年度(令和 4 年度)に相手国への派遣(令和 5 年 3 月)及び、委託期間延長年度(令和 5 年 11 月)に、相手国からの受入の、各々1 回ずつ、派遣時・タイ国カセサート大学及び受入時・大阪産業大学での日タイ合同会議と併せて、各種研究機関を訪問し研究交流を実施した。渡航規制期間中の初年度末(令和 3 年 3 月)のリモート(GoogleMeet)での日タイ合同研究会議・セミナーと併せて、計 3 回実施した。一方、国内の共同研究会議は、初年度は、令和 2 年 8 月、令和 3 年 1 月の計 2 回(リモート)実施。2年度目は、令和 3 年 11 月、令和 4 年 2 月の計 2 回(リモート)、最終年度は、令和 4 年 6 月、9 月に国内メンバー2 名の受入(実験装置・最適条件の設定)を行った。

上記、計 3 回の日タイ合同会議講演資料は、以下 DokuWiki サーバー上で公開・情報共有している。

→ <http://133.64.176.21/dokuwiki/doku.php?id=start>

 JSPS Bilateral Joint Research Project with Thailand NRCT



 JSPS Bilateral Joint Rese:

-  fy2022
-  fy2023
-  start



3rd Collaboration meeting JAPAN and Thailand, FY2023
Date: November 20 (Monday) 9:00 - 11:30 AM(Japan time); 7:00 - 9:30 AM(Thailand time)
Place: 90 Hall 16 build. 3rd floor access:  https://www.osaka-sandai.ac.jp/campusmap/accessmap.html#ac1_12
Google Meet Remote URL:  <https://meet.google.com/efr-wmxk-kro>

Welcoming address by OSU President (Prof. Ogawa): (2-3min)



Group Photo :(1min)

Introduction of each collaborators (Japan and Thai) :(10min)  [participant_list2023nov.pdf](#)
Visiting program in Japan November 20 - 24:  [visiting_program_under_jsps-nrct2023nov.pdf](#)
JSPS-NRCT Proposal :  [jsps_bilateral_joint_research_projects.pdf](#)

• Research report from Japan: (1 hr)

1. The Regional Distribution of Tritium Concentration in Tap Water and Rainwater Collected in Thailand

→ 受入時・大阪産業大学での3回目の日タイ合同会議(令和5年11月)を本学ホームページで公開中。

<https://www.osaka-sandai.ac.jp/news/topics/49657/>

タイ国との二国間交流事業として、環境水中トリチウム・環境動態トレーサの解明に資する議論を行いました

2023年11月22日 大阪産業大学からのお知らせ

独立行政法人日本学術振興会のタイ国家学術研究会議との共同研究「タイ国における環境水中トリチウムの全国規模調査と都市排水中の放射能濃度測定」が2020年度から3年間採択されましたが、コロナ禍による渡航制限が直撃し、前年度3月によやくタイ国への渡航が可能となり、都市排水試料採取現地測定を行いました。

今回、タイ国カセサート大学(本学、海外協定校)から4名、日本への受け入れが可能となり、相互交流を図ることが出来ました。

初年度は首都バンコク近隣の水道会社の水道水、次年度はタイ全土に採取範囲を拡大し、雨水も北部チェンマイとパタヤ近郊のシラーチャの2か所で21採取しました。

最終年度は、天然表層水に当たるダム湖水をタイ全土14か所から採取測定を行い、本日の合同会議にて、国内共同研究機関(大学・企業)及び、タイ国からのリモート参加(大学、政府研究機関・省庁)と共に環境水中トリチウム・環境動態トレーサの解明に資する議論を行いました。

■ 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会
Pantiwa Kumsutさんが優秀ポスター賞を受賞

詳細はコチラ



■ 令和2年度 二国間交流事業 共同研究・セミナー 実施課題一覧(14ページ目)

詳細はコチラ



(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

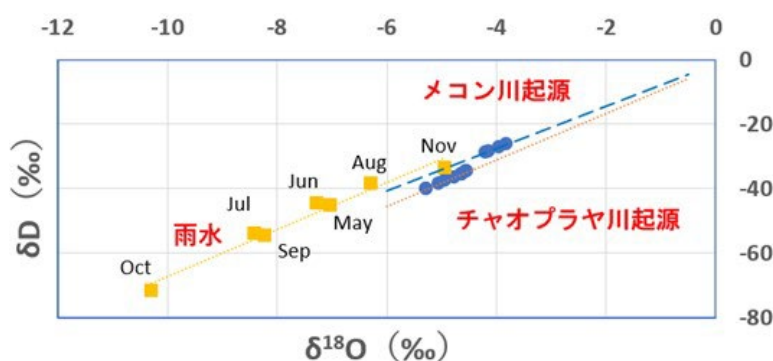
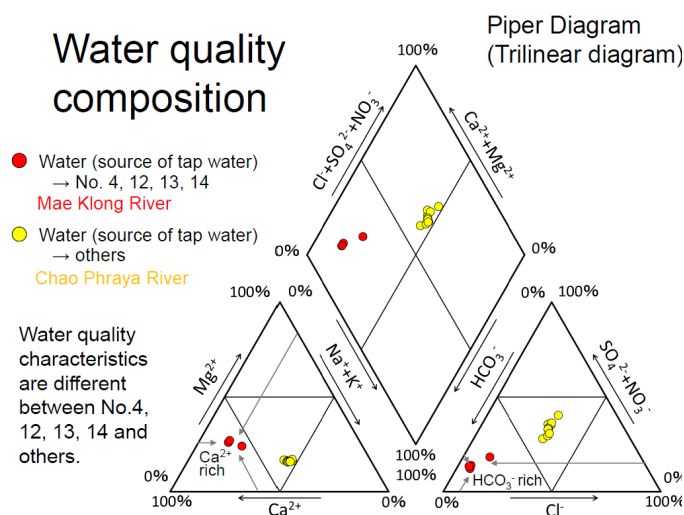


図1上:バンコク首都圏水道水の酸素・水素同位体組成

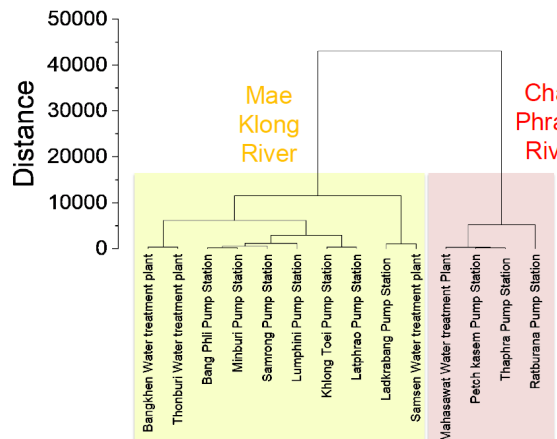
下左:ハイパーダイアグラム、下右:デンドログラム



●1. バンコク市内河川の集水域解明

酸素・水素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$)測定結果の δ ダイアグラム(天水線:図1上)、陽・陰イオン測定によるパイパーダイアグラム(図1下左)より、バンコク首都圏の水源が2つに集約されること実証し、タイ全土での試料採取及び雨水の経年変化測定を継続中で、タイにエアサンプラーも移設し、大気浮遊塵の採取も開始した。

Dendrogram obtained in hierarchical cluster analysis



●2. 環境水中トリチウム濃度及び緯度依存性

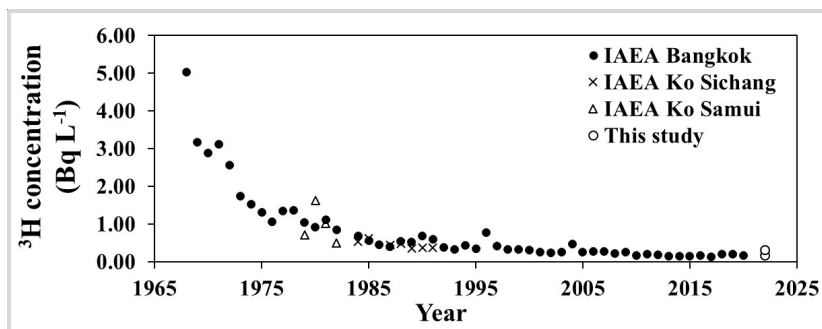
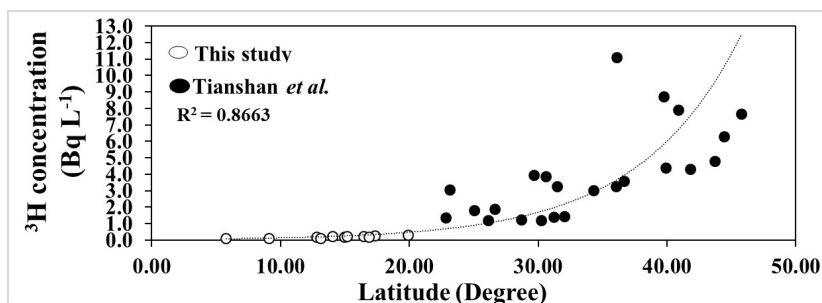
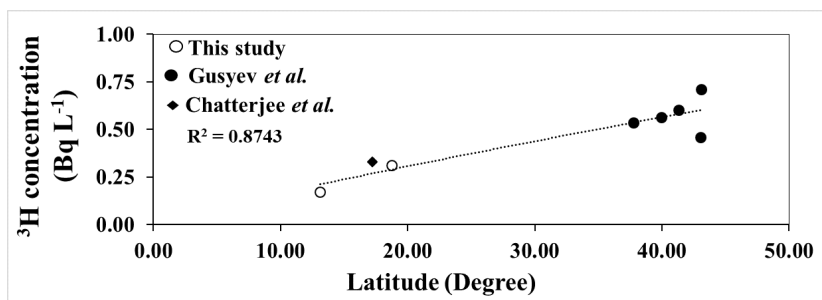


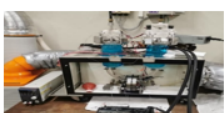
図2 上：タイ国（バンコク、コーシーチャン、コーサムイ）での降水中トリチウム濃度の経年変化（白丸が本事業での測定結果）。中：降水中のトリチウム濃度及び緯度依存（黒丸：北海道及びインドでの測定結果（Sci.Total Environ.2019, J.Appl.Geochem 2019)）。下：水道水中のトリチウム濃度及び緯度依存（黒丸：中国での測定結果（Chin.Prev.Med. 2000)）。



これまで、IAEA により 1968 から 2020 年までバンコクで、より短期間の 1979–1982 年、1984–1991 年の間、Ko-Samui, Ko-Sichang の 2 か所のみ降水中トリチウム (^3H) 濃度測定はなされた(図2上)が、タイ国全土に渡る広範囲の測定は皆無で、本事業により、2020 年度に、バンコク首都圏 14 箇所、2021 年度に、タイ国全土に渡る 11 箇所の水道水の測定(図2下)を、雨水は、北部チェンマイとバンコク近郊(工業団地)のシラーチャの 2 箇所(図2上・中)で毎月採取し、明確な ^3H 濃度の緯度依存性(図2中・下)を確認した。 ^3H 濃度そのものも、 $0.09 \pm 0.02 \sim 0.29 \pm 0.04 \text{ Bq/L}$ (中国全土での水道水結果 $1.19 \pm 0.18 \sim 11.1 \pm 0.85 \text{ Bq/L}$) と全ての地点で中国の最小値以下の結果となり、ベースライン基準値が確認出来た。

現在、 ^3H 濃度に加え、電気伝導度・pH・酸素・水素同位体比・各種溶存イオン濃度・元素のより広範なデータ集計・解析中である。

(3) 相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

RO(Reverse Osmosis)	SPE film	Sample preparation	LSC-LB7
			
Water purification was performed by RO to reduced time of consumption	Initial water volume = 500 mL Final water volume = 10 – 12 mL	10 mL of enriched water and scintillation cocktail, <u>Ultima GOLD™ LLT (Perkin Elmer)</u> .	Counting time : 100 mins, 10 reps, 3 cycles

今回、初めて、日本側(大阪産業大学:上図)と相手国側(TINT(タイ国家原子力技術研究所:下図))で同一試料を異なる手法(1. 前処理:逆浸透膜 vs 蒸留、2. ^3H 濃縮:固体高分子電解質膜 vs アルカリ水電解、3. 低バックグラウンド液体シンチレーション装置:LB-7 vs Quntulus1220)で全く独立に ^3H 濃度測定し、結果の一致&整合性を確認した(図3左右)。これは場所時間の制約を超えた前処理・濃縮・測定手法の正当性を担保し重

要。

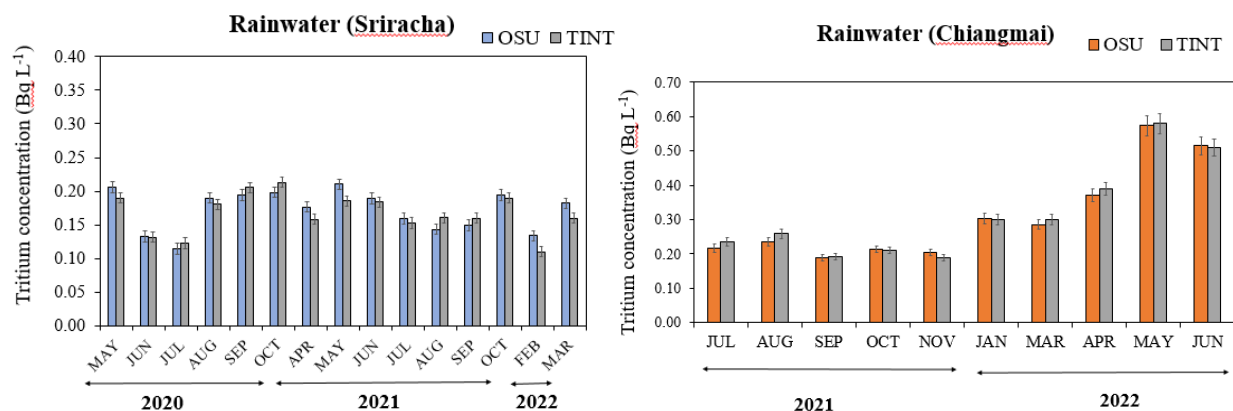
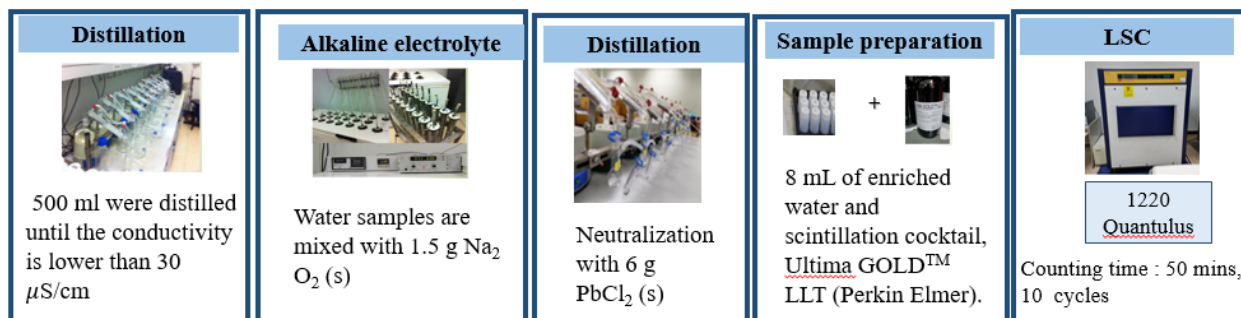


図3 降水中、月ごとの³H濃度測定結果比較 左：採取地点シラーチャ 右：採取地点チェンマイ (OSU：大阪産業大学、TINT：タイ国家原子力技術研究所)

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

●3. 都市排水中・下水汚泥に含まれる核医学アイソトープの被曝線量評価

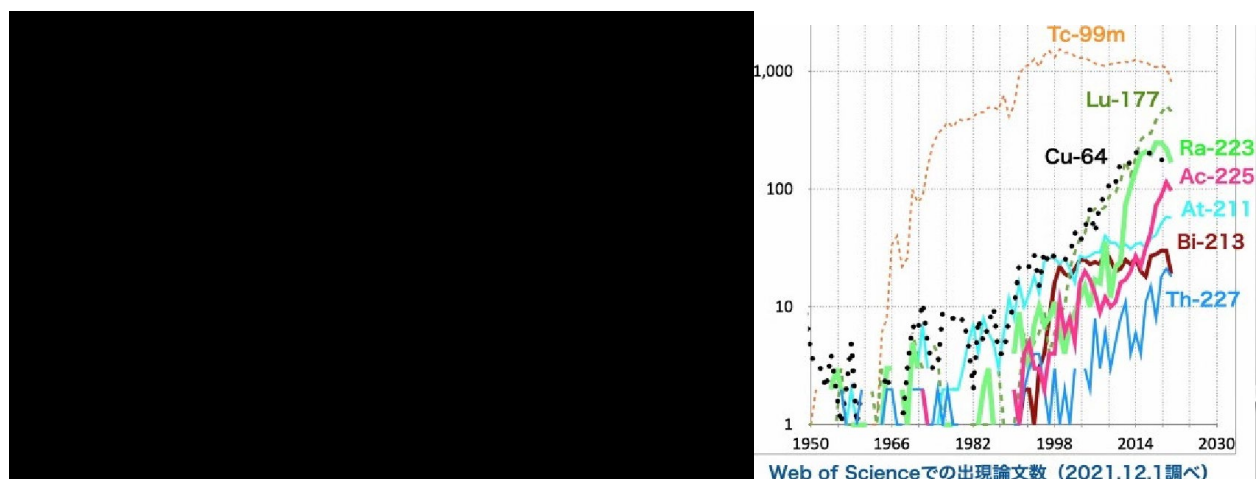


図4 左：都市下水処理場(大阪市及びバンコク市内)で採取した下水汚泥に含まれる核医学アイソトープのGe半導体検出器による γ 線エネルギースペクトル。右：文献に見られる核医学アイソトープの年推移(山村 et al., 第3回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 2021年12月 Web開催)

東南アジア初の都市排水中・下水汚泥に含まれる核医学アイソトープの調査を、バンコク市内 Din Daeng 下水処理場で2023年3月末に行い、¹³¹Iを初めて同定し、大阪市内では、^{99m}Tc(半減期6時間)、¹³¹I(半減期8日)に加え、近年、ペプチド受容体放射性核種療法剤として使用が増えているルタテラ静注(¹⁷⁷Lu:半減期約7

目)も初めて同定された。全て短寿命であり、きわめて低い値であるが、今後、一般公衆の被曝線量評価を行う。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

1. 相手国側代表研究機関より、文科省国費留学生の受入:5名(博士後期課程)

内、博士学位(人間環境学:大阪産業大学大学院人間環境学研究科)取得者 2 名

→1名(Noithong Pannipa)は本国に帰国し、大学教員、もう1名(Rittirong Anawat)は、日本でポスドク採用(大阪大学核物理研究センター):日本原子力学会関西支部賞(奨励賞)受賞

2. 2024 年度 筑波大学 放射線・アイソトープ地球システム研究センター 若手共同研究採択

「Tritium Concentrations in Precipitation Collected at Osaka, Japan」 Pitakchaianan Chonlada(大阪産業大学大学院人間環境学研究科博士後期課程 2 年)

3. 2024 年度 筑波大学 放射線・アイソトープ地球システム研究センター 若手共同研究採択

「The behavior of cosmogenic ^7Be , ^{22}Na , and ^{210}Pb in the surface air over Osaka, Japan, and the exploration of aerosol size distributions with their major chemical compositions associated with ^7Be and ^{210}Pb .」 Kosinarkaranun Kanyanan(大阪産業大学大学院人間環境学研究科博士後期課程 2 年)

4. 信州大学総合理工学研究科修士1年 長幡嘉健:2020 年 9 月、水試料の分析雇用

信州大学理学部理学科4年 平松翼、同3年 扇谷真由:2024 年2~3月、水試料分析雇用

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どの様な発展の可能性が認められるか)

●1. 天水線解析・クラスター多変量解析及びデジタル標高モデルからタイ国全土での集水域解明

^3H 濃度に加え、電気伝導度・pH・酸素・水素同位体比・各種溶存イオン濃度・元素のより広範な3年間に渡る広範囲なデータを用いたクラスター多変量解析及びデジタル標高モデルの解析中である。(図5)。

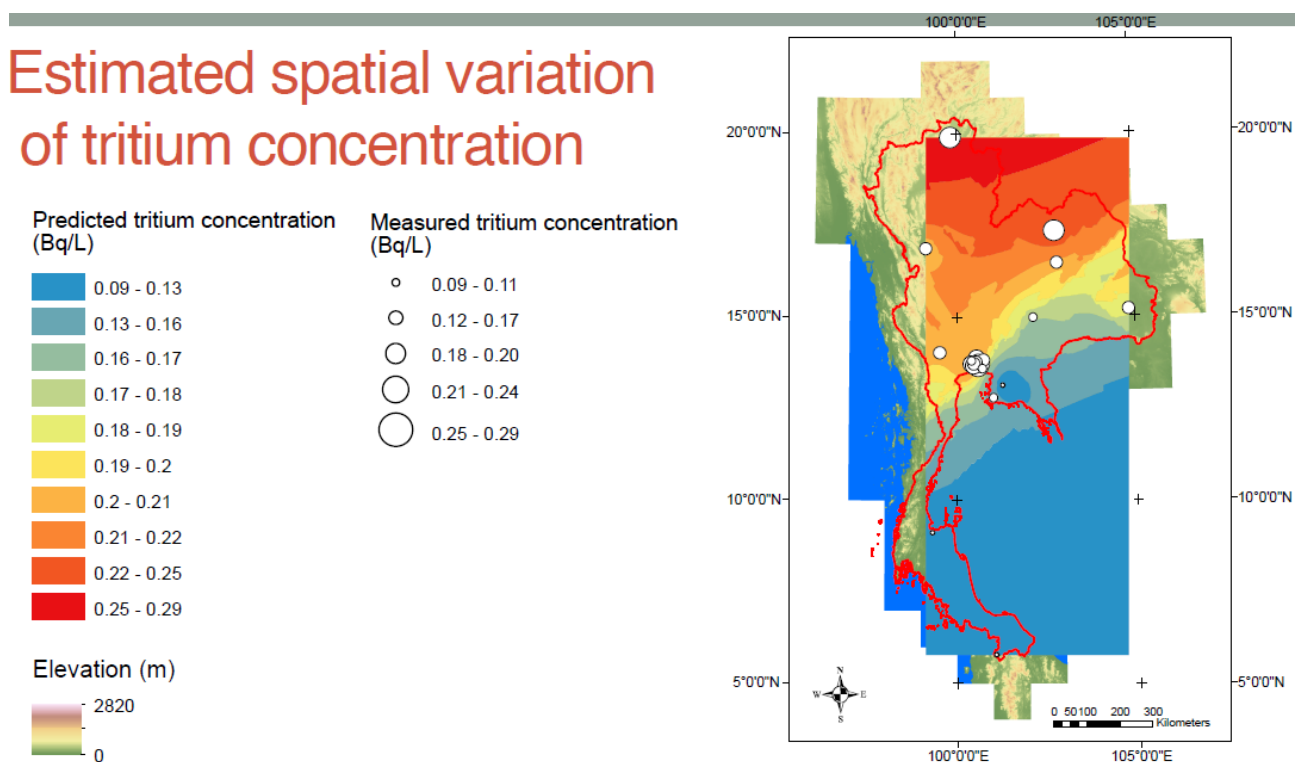
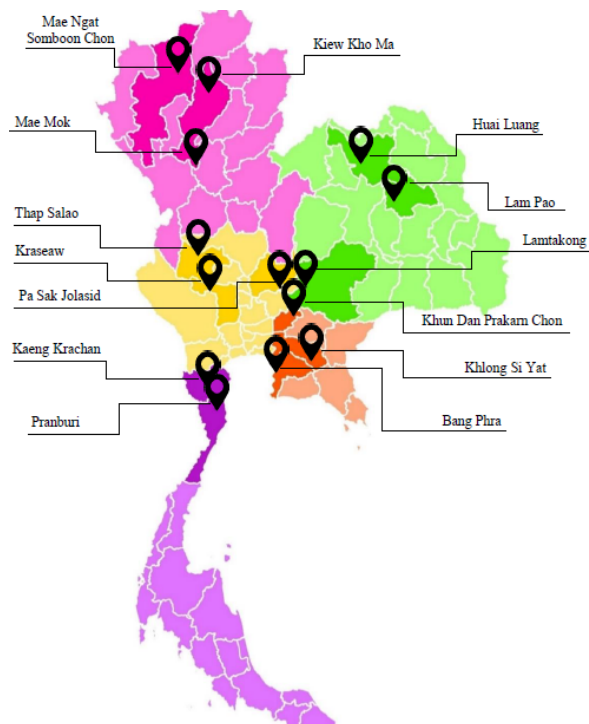


図5 デジタル標高モデルからタイ国全土での予想 ^3H 濃度と測定結果比較。

●2. タイ国全土 14 ダム湖リザーバー貯水池からの環境水採取・解析(2023 年度~2024 年度)

NRCT 最終年度、タイ側で、年2回雨季と乾季に、タイ国全土5地域各々(3~4地点)(図6)のダム湖貯水池から環境水採取し、 ^3H 濃度及び、温度、pH、電気伝導度、塩分濃度、DO、TDSを測定し、現在、二国間で各々

分析・解析中。



Surface water sampling sites

Station	Region	Major Dams and Reservoirs	Province	Latitude (°N)	Longitude (°E)
1	North	Mae Ngat Somboon Chon	Chiang Mai	19.161	99.039
2		Kiew Kho Ma	Lampang	18.808	99.642
3		Mae Mok	Lampang	17.323	99.409
4	North East	Huai Luang	Udon Thani	17.393	102.601
5		Lam Pao	Kalasin	16.602	103.440
6		Lamtakong	Nakhon Ratchasima	14.865	101.560
7	East	Khun Dan Prakarn Chon	Nakhon Nayok	14.314	101.322
8		Bang Phra	Chon Buri	13.208	100.974
9		Khlong Si Yat	Chachoengsao	13.429	101.647
10	Central	Pa Sak Jolasid	Lop Buri	14.862	101.064
11		Thap Salao	Uthai Thani	15.539	99.447
12		Kraseaw	Suphan Buri	14.838	99.668
13	South	Kaeng Krachan	Phetchaburi	12.915	99.631
14		Pranburi	Prachuap Khiri Khan	12.457	99.794

図6 2023 年 10 月(雨季)及び 2024 年 2 月(乾季)での年2回タイ国全土ダム湖での貯水採取地点

●3. 未完の東南アジアの空間 γ 線線量率分布の完遂

図7の通り、東南アジア全域及び、韓国、北朝鮮、モンゴル、バングラデシュ、ネパール、ブータン、中国のヒマラヤ山脈国境地域がまだ未測定であり、特に、本集水域起源データは、メコン川上流タイ国東部・ラオス国南部の、未解明の現代への最直近約 80 万年前(更新世)に落下した 10km 超隕石の落下地点の同定及び 40～100km 直径の未発見隕石孔の発見に繋がる貴重なデータとなる。

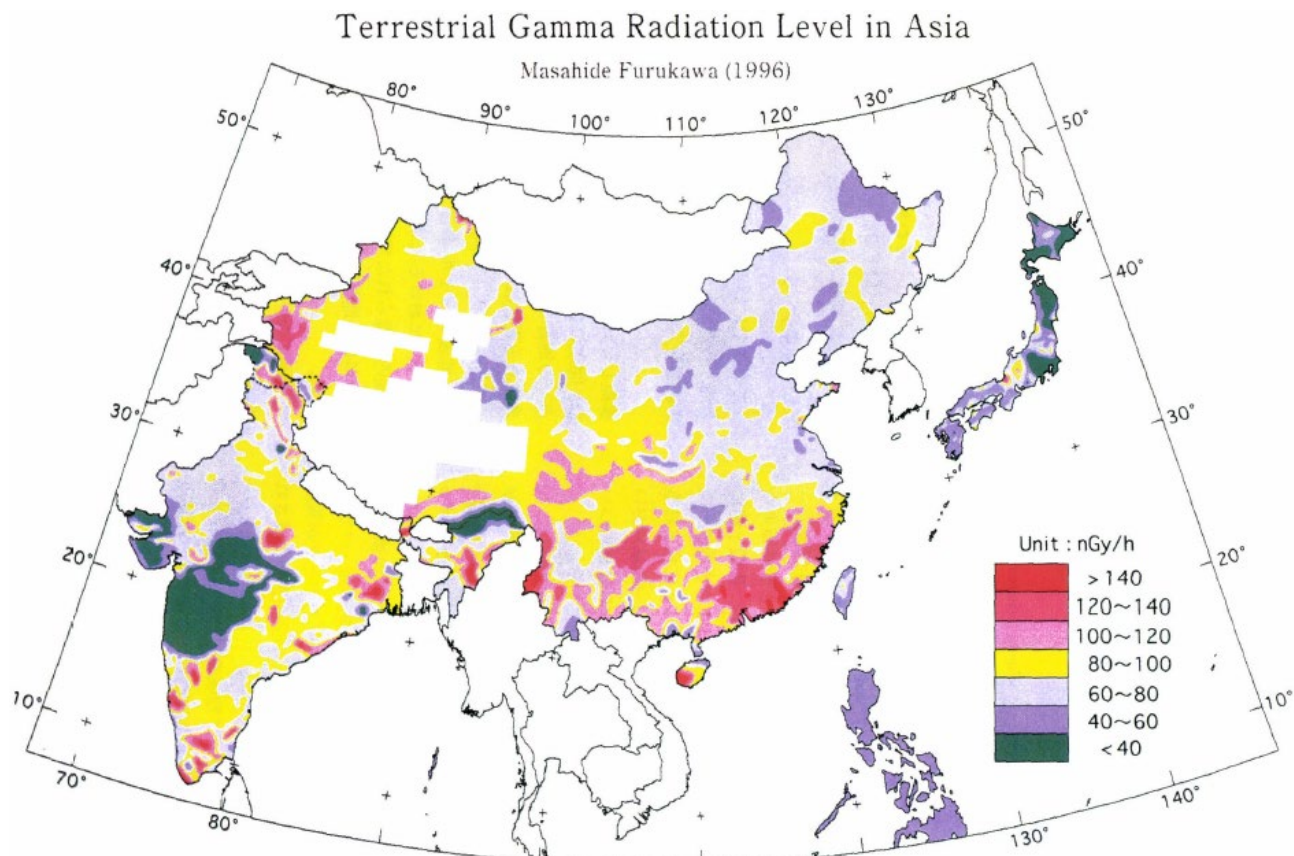


Fig. 1 Contour map of terrestrial gamma radiation level outdoors in Asia.

図7 アジアにおける地殻 γ 線レベルの地理的分布(古川雅英著、Radioisotopes 45,711-716(1996))

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

1. 第4回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会優秀ポスター賞 受賞

「二国間交流事業:タイ国における環境水中トリチウムの全国規模調査と都市排水中の放射能濃度測定」

2022年11月、九州大学

2. 本事業での査読付き学術論文リスト

(1) K. Khamanek, R. Hazama et al., “Assessing tritium contamination in Thailand’s rainwater: A study of environmental monitoring and nuclear surveillance”, Journal of Environmental Radioactivity 262, 107151-1～11, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2023.107151>

(2) C. Pitakchaianan, R. Hazama et al., “Monitoring of tritium concentrations in tap water and rainwater collected in Thailand”, Radiation Protection Dosimetry, 2024, 200(16-18), 1787-1791
<https://doi.org/10.1093/rpd/ncae159>

(3)W. Sudprasert, R. Hazama et al., “Baseline tritium measurements in Thailand’s water bodies: Supporting sustainable nuclear energy development”, Journal of Environmental Radioactivity 282, 107604-1～13, 2025.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2024.107604>

(4) K. Kosinarkaranun, R. Hazama et al., “Characteristics of ^7Be and ^{210}Pb behavior in the atmosphere over Osaka, Japan, as well as the size distributions of the chemical compositions of aerosols attached by ^7Be and ^{210}Pb ”, Radiation Protection Dosimetry, 2025 出版予定