

医|学|物|理

Japanese Journal of Medical Physics

2023

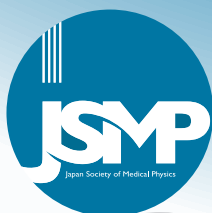
Vol. 43

2

<http://www.jsmp.org/>

JSMP

Japan Society of Medical Physics



令和 5年
第43巻 2号



日本医学物理学会機関誌

目 次

解 説

Radiological Physics and Technology 誌（英語論文誌）の現況報告

納富昭弘…………… 45

〈RPT 誌特集〉

表彰報告

2022 年度 RPT 誌土井賞（優秀論文賞）・MCA・優秀査読者賞表彰の報告

納富昭弘…………… 48

論文紹介

RPT 誌土井賞受賞論文：ホウ素中性子捕捉療法の品質保証のためのホウ素添加液体シンチレータを用いたホウ素中性子捕獲反応の初めての光学的観測

納富昭弘，前田英哉，坂本直哉，若林源一郎，高田卓志，櫻井良憲…………… 50

RPT 誌土井賞受賞論文：スパースビュー・マイクロ CT の 3 次元投影データを対象としたパッチベースのアーチファクト除去手法

岡本尚之，熊切俊夫，羽石秀昭…………… 51

RPT 誌土井賞受賞論文：頭部 PET のためのマーカレスおよびキャリブレーションレスな体動補正手法

岩男悠真，赤松 剛，田島英朗，高橋美和子，山谷泰賀…………… 52

最近の RPT 誌レビュー論文から：循環器用透視診断装置の自動輝度調整・露出機構に関する概説

市田隆雄…………… 53

開催報告

第 125 回日本医学物理学会学術大会における JSMP 実行委員会企画

「若手で医学物理について語りませんか？」

田中創大，伊良皆拓，金城優志，恒田雅人，平島英明，笠松幸生，大田朝宏，小川柊太，加藤雅貴，坂井まどか…………… 54

施設紹介

東京女子医科大学大学院医学物理士養成コースの紹介

金井貴幸，李 基羽，羽生裕二，栗林茂彦，橋本弥一郎，唐澤久美子…………… 56

連載コラム：シカゴ通信

スペイン，フランス，ドイツ，イタリア

土井邦雄…………… 59

編集後記……………

79

【複写される方へ】

本誌に掲載された著作物を複写したい方は，（社）日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の方でない限り，著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3階 一般社団法人 学術著作権協会
FAX: 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

著作物の転載・翻訳のような，複写以外の許諾は，直接本会へご連絡下さい。

CONTENTS

REVIEW

Recent Topics on Radiological Physics and Technology Akihiro NOHTOMI	45
---	----

INTRODUCTION OF AWARDS OF RPT IN 2022

Akihiro NOHTOMI	48
-----------------------	----

ARTICLE REVIEWS

RPT Doi Award: First optical observation of ^{10}B -neutron capture reaction using a boron-added liquid scintillator for quality assurance in boron neutron capture therapy Akihiro NOHTOMI, Hideya MAEDA, Naoya SAKAMOTO, Genichiro WAKABAYASHI, Takushi TAKATA, Yoshinori SAKURAI	50
RPT Doi Award: Patch-based artifact reduction for three-dimensional volume projection data of sparse-view micro-computed tomography Takayuki OKAMOTO, Toshio KUMAKIRI, Hideaki HANEISHI	51
RPT Doi Award: Marker-less and calibration-less motion correction method for brain PET Yuma IWAO, Go AKAMATSU, Hideaki TASHIMA, Miwako TAKAHASHI, Taiga YAMAYA	52
Recent Review Article in RPT: Review and investigation of automatic brightness/ dose rate control logic of fluoroscopic imaging systems in cardiovascular inter- ventional angiography Takao ICHIDA	53

EVENT REPORT

JSMP Executive Committee Program: Medical Physics Roundtable for Young Researchers Sodai TANAKA, Hiraku IRAMINA, Masashi KINJO, Masato TSUNEDA, Hideaki HIRASHIMA, Koki KASAMATSU, Tomohiro OHTA, Shuta OGAWA, Masaki KATO, Madoka SAKAI	54
---	----

INTRODUCTION OF RESEARCH FACILITY

Introduction of Medical Physics Course at Tokyo Women's Medical University Takayuki KANAI, Kiwoo LEE, Yuji HANYU, Shigehiko KURIBAYASHI, Yaichiro HASHIMOTO, Kumiko KARASAWA	56
--	----

COLUMN: Chicago Report

Spain, France, Germany, Italy Kunio DOI	59
--	----

EDITOR'S NOTE	79
---------------------	----

解説

Radiological Physics and Technology 誌（英語論文誌）の現況報告

英語論文誌担当理事

納富昭弘*

九州大学大学院医学研究院保健学部

Recent Topics on Radiological Physics and Technology

Director of English Journal

Akihiro NOHTOMI*

Department of Health Sciences, Kyushu University

Radiological Physics and Technology (RPT) は、2008 年に日本医学物理学会 (JSMP) と日本放射線技術学会 (JSRT) が共同で創刊した医学物理学、放射線技術学を対象とした国際学術誌です。創刊当時は、年 2 回の発行でしたが、2017 年から年 4 回の発行となり、2023 年で 16 年目を迎えました。創刊以来、両学会の会員からの投稿が多く寄せられており、近年では、アジア地域を中心とした海外からの投稿も増加してきています。RPT 誌は、2016 年には Asia-Oceania Federation of Organizations for Medical Physics (AFOMP) の Official Journal に（図 1）、2021 年には International Organization for Medical Physics (IOMP) の Official Publication となりました。毎年、RPT 誌に掲載された論文の中から放射線診断、核医学・MRI、放射線治療の各カテゴリーの最優秀論文に土井賞（優秀論文賞）が両学会から授与されており、春の JRC 総会期間中に表彰式、ならびに受賞記念講演が行われています。本解説記事では、RPT 誌に関する最近のトピックスと初期英文校閲サービスの移行についてご報告・紹介いたします。引き続き、皆様の優れた研究成果を本学会の和文誌、英文誌に投稿していただきますよう、お願いいたします。

1. Impact Factor (IF) の獲得について

Impact Factor (IF) は掲載論文がどれくらい引用された



図1 AFOMP Official Journals (<https://afomp.org/afomp-official-journals/>)

かを示す指標であり、Clarivate Analytics 社によって厳選された学術雑誌に対して毎年公表されています。IF は学術雑誌の評価にとって重要なものであり、IF の獲得は、RPT 誌にとって創刊依頼の悲願でありましたが、2023 年から RPT 誌に Impact Factor がつくことが、2022 年 7 月 26 日 Clarivate Analytics 社より公式に発表されました [<https://clarivate.com/blog/clarivate-announces-changes-to-the-2023-journal-citation-reports-release/>]。図 2 に予備的に算出されたこれまでの IF の推定値の変化を示します。RPT 誌の最初の公式 IF (2022 年) は 2023 年 6 月 28 日に公表され、その値は 1.6 でした（今年から小数第一位までの表示に変更されました）。これまでの皆様の御支援・御協力に感謝申し上げます。なお、正式に IF が付与されると、自己引用率も厳しく評価されるようになり、その割合が異常に高くなると故意の引用操作とみなされて IF が取り消されることもございますので、ご留意願います。

2. 土井賞受賞論文が 3 年連続で AFOMP Journal Prize を受賞!!

AFOMP では、2020 年から RPT 誌を含む AFOMP Official Journal のの中から論文 1 編が AFOMP Journal Prize として表彰されております。RPT 誌からは、土井賞論文 3 編を候補論文として推薦してきました。この賞が創設されて以来、2020 年、2021 年、2022 年、3 年連続で RPT 誌が推薦した論文が AFOMP Journal Prize を受賞しています。RPT 誌の初代編集委員長の土井邦雄先生から「AFOMP Official Journal に掲載される多くの論文の中から、RPT 誌の推薦論文が 3 年連続で AFOMP Journal Prize を受賞していることは、正に快挙であり RPT 誌のレベルの高さを表している。RPT 誌の広報として大いに宣伝すべきことと思う。」とのお言葉を頂いております。図 3, 4, 5 にて、これら 3 編の論文の受賞についてご紹介いたします。

* 連絡著者 (corresponding author) 九州大学大学院医学研究院保健学部 [〒812-8582 福岡市東区馬出 3-1-1]
Department of Health Sciences, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, 3-1-1 Maidashi, Higashi-ku,
Fukuoka-shi, Fukuoka 812-8582, Japan
E-mail: nohtomi.akihiro.858@m.kyushu-u.ac.jp

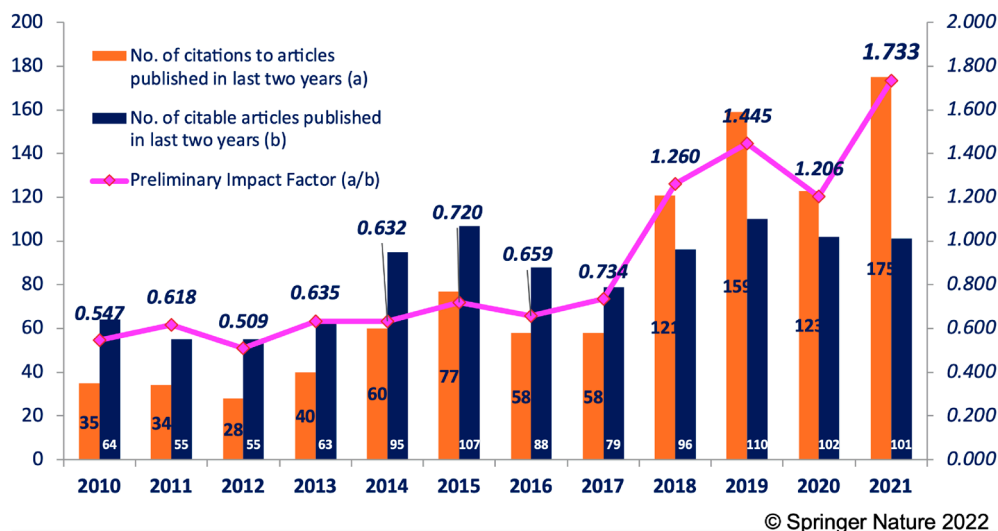


図2 出版論文数、被引用論文数とIFの推定値の推移

AFOMP Journal Prize, 2020 awarded to Prof. Masatoshi Saito. Congratulations !

Posted on December 1, 2020 by afompress

We are pleased to inform you that this year, the AFOMP introduced a new award for its members **AFOMP Journal Prize for the best paper published in an AFOMP journal**.

In this regard, a total of 21 papers were submitted by the editors of the 3 official AFOMP journals for the best paper published in 2019. After careful evaluation by the **AHC committee, headed by Prof Eva Bezak**, the following publication has been awarded the AFOMP Journal Prize for the best paper published in an AFOMP journal in 2019. The award will consist of a cash prize of US\$400, a certificate, and a memento.



Prof. Masatoshi Saito

The winner is:

Masatoshi Saito (Japan): Simulation of photon-counting detectors for the conversion of dual-energy-subtracted computed tomography number to electron density. RPTVol.12(1): 105-117, 2019
<https://doi.org/10.1007/s12194-018-00497-0>

Congratulations to Prof. Masatoshi Saito on behalf of AFOMP !

Posted in Announcements, Award Winners

図3 2020年AFOMP Journal Prize
(<https://afomp.org/2020/12/01/afomp-journal-prize-2020-awarded-to-prof-masatoshi-saito-congratulations/>)

AFOMP congratulates Yoshiro Ieko for winning AFOMP Journal Prize for the Best Paper published in an AFOMP journal publication, 2021

Posted on August 27, 2021 by afompress

AFOMP CONGRATULATES YOSHIRO IEKO FOR WINNING AFOMP JOURNAL PRIZE FOR THE BEST PAPER PUBLISHED IN AN AFOMP JOURNAL PUBLICATION 2021



Yoshiro Ieko

Medical Physicist and an Assistant Professor
Iwate Medical University
2-1-1 Idaiori, Yahaba-cho, Shiwa-gun, Iwate 028-3695, Japan

[Click to view the Paper](#)

図4 2021年AFOMP Journal Prize
(<https://afomp.org/2021/08/27/afomp-congratulates-yoshiro-ieko-for-winning-afomp-journal-prize-for-the-best-paper-published-in-an-afomp-journal-publication-2021/>)

AFOMP congratulates Dr. Takafumi Nemoto on being conferred AFOMP Journal Prize, 2022

Posted on September 24, 2022 by afompress

AFOMP Journal Prize for the Best Paper published in an AFOMP journal publication 2022

AFOMP CONGRATULATES



Dr. Takafumi Nemoto, MD, PhD
Instructor
Radiation Oncologist
Department of Radiology
Keio University School of Medicine
35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo
JAPAN

図5 2022年AFOMP Journal Prize
(<https://afomp.org/2022/09/24/afomp-congratulates-dr-takafumi-nemoto-on-being-conferred-afomp-journal-prize-2022/>)

3. 初期英文校閲サービスの移行について

RPT誌ではこれまで、英語を母国語としない会員の皆様への支援を目的として、RPT誌に投稿された英語原稿については、無償で初期英文校閲サービスを実施してきました。しかし、このサービスは著者が原稿をRPT誌のジャーナル投稿・審査システム(Editorial Manager: EM)に投稿された後に実施しているため、サービスに要した日数が、論文雑誌の評価の一つである論文投稿から採否までの査読期間に含まれてしまうため、RPT誌の評価を下げる可能性があるという問題点がありました。

そこで、この問題点を解消するため、現行の論文投稿後の初期英文校閲サービスを2023年5月31日より取りやめることにいたしました。そして、2023年6月1日投稿分が

らは、新たにJSRTのHPの会員サービス(RacNe)のMyページ(ログイン後の最初の画面)の会員専用コンテンツに追加しました「英語校閲サービス」(図6)から、各自で初期英文校閲を実施していただいたうえで、校閲後の原稿をEMからRPT誌に投稿していただくように変更します。なお、JSRTの会員でなくてもJSMPの会員であれば「システムユーザとして登録」して、同様にご利用可能です(<https://service.jsrt.or.jp/index.cgi>)。

なお、この英文校閲サービスは、会員の皆様がRPT誌に論文を投稿するために設けたサービスですので、RPT誌以外の雑誌へ投稿される場合には利用できません。また、利用者以外の方の英語原稿の校閲に利用することもできません。英文校閲を利用される際には、そのことに対する受諾画面(図7)が表示されますので、受諾にチェックを入れ、JSMPの会員番号を入力したうえで利用してください。もし、このサービスを利用して英文校閲を行った原稿が3カ月以内にRPT誌に投稿されなかった場合には、それ以後の利用を制限しますので、ご注意ください(このサービスの利用の詳細については本学会HPの「学会誌／Radiological Physics and Technology」の中の「RPT論文誌英文校閲システム利用のガイドライン」を参照してください(<https://www.jsmp.org/rpt/>))。なお、上に紹介した初期英文校閲サービスは必須ではありませんが、JSMP会員がRPT誌に論文を投稿される場合には、あらかじめ英文校閲サービスを利用することを強く推奨します。



図6 英文校閲サービス

※は必須項目です

英語校閲サービス利用のための確認 ※

この英語校閲サービスは、RPT誌に論文を投稿する会員を支援することを目的として実施しています。英文校閲を利用した後、3カ月以内にRPT誌へ投稿されなかった場合、以後、このサービスを受けることができなくなります(サービスの利用再開には理由書の提出が必要)。

☐ 受諾する

JSMP会員番号 ※

・システムユーザはJSMP会員番号の入力が必要です。

図7 英文校閲サービス利用のための確認

表彰報告

2022年度RPT誌土井賞（優秀論文賞）・MCA・
優秀査読者賞表彰の報告

英語論文誌担当理事

納富昭弘

2022年度のRPT誌土井賞（優秀論文賞）・MCA(Most Citation Award)・優秀査読者賞が決定し¹⁾、JRC2023の会期中に表彰式、土井賞受賞講演会が行われました。今回の土井賞は2022年に発行されたVol. 14-4 (December 2020), Vol. 15 (2021)に掲載された対象論文42編の中から、診断物理分野、核医学・MRI分野、放射線治療分野の3つのカテゴリにおける最優秀論文が選考され表彰されました。また、2020年に掲載された論文のうち、最も引用された上位3編の論文にMCAが授与されました。あわせて、2017年度のMCA誤選考に伴い選外となっていた1編の論文の追加表彰がなされました。さらに、優秀査読者6名も表彰されました。受賞された各分野の土井賞論文とMCA論文、優秀査読者は以下のとおりです。なお、土井賞受賞論文については、論文内容の紹介記事を掲載いたします。

- 1) Nobuyuki Kanematsu, Fujio Araki, Yoshie Kodera, Tosiaki Miyati, Takeji Sakae, Junji Shiraishi, Yoshikazu Uchiyama, Taiga Yamaya: Announcement of nominations for the Radiological Physics and Technology awards 2022. Radiological Physics and Technology 16: 8–9, 2023

1. 土井賞（優秀論文賞）

【診断物理分野：Diagnostic Imaging】

論文名：Patch-based artifact reduction for three-dimensional volume projection data of sparse-view micro-computed tomography.

著 者：Takayuki Okamoto, Toshio Kumakiri, Hideaki Haneishi

巻 号：Vol. 15(3): 206–223 (2022)

【核医学・MRI分野：Nuclear Medicine and MRI】

論文名：Marker-less and calibration-less motion correction method for brain PET.

著 者：Yuma Iwao, Go Akamatsu, Hideaki Tashima, Miwako Takahashi, Taiga Yamaya

巻 号：Vol. 15(2): 125–134 (2022)

【放射線治療分野：Radiation Therapy Physics】

論文名：First optical observation of ^{10}B -neutron capture reactions using a boron-added liquid scintillator for quality assurance in boron neutron capture therapy.

著 者：Akihiro Nohtomi, Hideya Maeda, Naoya Sakamoto, Genichiro Wakabayashi, Takushi Takata, Yoshinori Sakurai

巻 号：Vol. 15(1): 37–44 (2022)

2. MCA (Most Citation Award)

論文名：AI-based computer-aided diagnosis (AI-CAD): The latest review to read first.

著 者：Hiroshi Fujita

巻 号：Vol. 13(1): 6–19 (2020)

論文名：A method for the automated classification of benign and malignant masses on digital breast tomosynthesis images using machine learning and radiomic features.

著 者：Ayaka Sakai, Yuya Onishi, Misaki Matsui, Hidetoshi Adachi, Atsushi Teramoto, Kuniaki Saito, Hiroshi Fujita

巻 号：Vol. 13(1): 27–36 (2020)

論文名：An initial investigation of a wireless patient radiation dosimeter for use in interventional radiology.

著 者：Yohei Inaba, Koichi Chiba, Yuuki Murabayashi, Mime Endo, Kazuki Otomo, Masayuki Zuguchi

巻 号：Vol. 13(3): 321–326 (2020)

[追加表彰]

論文名：Quantitative comparison of hemodynamics in simulated and 3D angiography models of cerebral aneurysms by use of computational fluid dynamics.

著 者：Tatsunori Saho, Hideo Onish

巻 号：Vol. 8(2): 258–265 (2015)

3. 優秀査読者賞

Weishan Chang, Tokyo Metropolitan University

Satoshi Ito, Utsunomiya University

Masatoshi Kondo, Kyushu University

Hiroyuki Kudo, University of Tsukuba

Naoki Ohno, Kanazawa University

Eleftherios Pappas, National and Kapodistrian University of Athens

(in alphabetical order)



写真1 兼松編集長と土井賞受賞者の方々



写真2 兼松編集長と2020年度MCA受賞者の方々



写真3 兼松編集長と2017年度MCA受賞者の方



写真4 兼松編集長と優秀査読者賞受賞者の方々

論文紹介

〈連載：RPT誌特集〉

RPT誌土井賞受賞論文

Title: First optical observation of ^{10}B -neutron capture reaction using a boron-added liquid scintillator for quality assurance in boron neutron capture therapy

Authors: Akihiro NOHTOMI, Hideya MAEDA, Naoya SAKAMOTO, Genichiro WAKABAYASHI, Takushi TAKATA, Yoshinori SAKURAI

Publish: 15(1): 37–44, 2022

タイトル：ホウ素中性子捕捉療法の品質保証のためのホウ素添加液体シンチレータを用いたホウ素中性子捕獲反応の初めての光学的観測

著者：納富昭弘，前田英哉，坂本直哉，若林源一郎，高田卓志，櫻井良憲

ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)は、がん細胞に選択的にとりこませたホウ素薬剤に、外部から中性子を照射して、ホウ素中性子捕獲反応に伴い発生する重荷電粒子（リチウム粒子，アルファ粒子）でがん細胞のみを死滅させる特徴的な放射線治療法である。現在，わが国において，従来の原子炉中性子源に代わって加速器ベースのBNCT用中性子源が開発されたことを契機に治療施設が普及しつつあり，従来の治療法では効果がなかった難治性がんへの適用拡大が期待されている。

一方，BNCTでは，その特殊性により原理的にがん細胞を死滅させるホウ素線量の直接的な測定評価が不可能である。これは，ホウ素中性子捕獲反応で発生するリチウム粒子，アルファ粒子の飛程が非常に短く，典型的な細胞の大きさ程度しかないのでその情報を取得することが極端に難しいからである。このため，実際の治療においても，ホウ素濃度分布を推定してモンテカルロシミュレーション計算によりホウ素線量を評価することのみが行われている。これは，放射線治療としてのBNCTの大きな問題点である。ホウ素中性子捕獲反応に伴って発生する透過性の高い γ 線(480 keV)を外部で検出してホウ素中性子捕獲反応率を求める研究開発が行われているが，さまざまな技術的困難のために実用化には至っていない。

現状，臨床の品質保証においても，水ファントム中で金の放射化法などを用いて熱中中性子分布を実測して，計算と組み合わせてホウ素線量分布を評価することが行われている。つまり，ホウ素線量の直接的な測定は行われていない。本研究¹⁾では，品質保証への応用を目的として，液体シンチレータを用いて，ホウ素線量の情報を発光として取得することを考えた。すなわち，ホウ素添加液体シンチレータとCCDカメラを用いてホウ素中性子捕獲反応に伴い発生する発光の画像を直接的に観測できるかどうか，feasibility studyを行った。

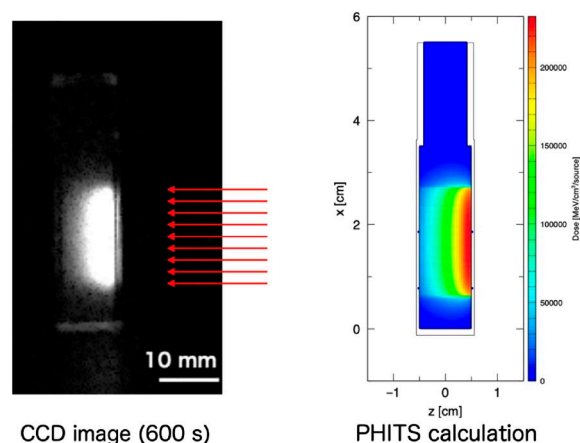


図1 CCDカメラとホウ素添加液体シンチレータを用いて可視化されたホウ素中性子捕獲反応に伴うホウ素線量分布(左)とモンテカルロシミュレーションコードPHITSによって計算されたホウ素線量分布(右)の比較

市販の液体シンチレータにホウ酸トリメチルを添加して，ホウ素添加液体シンチレータを試作した。ホウ素添加液体シンチレータは石英ガラス容器に封入し，暗箱内に配置して京都大学原子炉(KUR)のE-3水平照射孔²⁾でほぼ純粋な熱中性子ビームを照射して，CCDカメラで撮影を行った。 γ 線の混入は無視できる程度であった。図1の左側に示すのは，天然ホウ素濃度1 wt%の液体シンチレータに約 10^5 (n/[cm²·s])の強度の熱中性子を600秒間照射した場合に得られた光学画像である。150秒間，300秒間の照射も行ったが，ほぼ照射時間に比例した発光輝度値が得られた。また，ホウ酸トリメチルを全く添加しない場合には，600秒間の照射を行っても発光画像は確認されなかった。図1の右側に示すのは，天然ホウ素濃度1 wt%の条件で発生するホウ素線量（リチウム粒子とアルファ粒子のエネルギー付与）をモンテカルロシミュレーションコードPHITSで計算した結果である。左側の発光画像と右側のホウ素線量分布計算結果はよく一致しており，ホウ素線量分布の直接的な光学的観測に成功していることがわかる。このような観測例はこれまで報告されていない。今回の実験では約 10^5 (n/[cm²·s])の強度で測定を行ったが，実際のBNCT場では 10^9 (n/[cm²·s])程度が得られるので，数秒の短時間照射で画像が取得できると考えられ，今後，臨床の品質保証への応用が期待される。

参考文献

- 1) Nohtomi A, Maeda H, Sakamoto N, et al.: First optical observation of ^{10}B -neutron capture reaction using a boron-added liquid scintillator for quality assurance in boron neutron capture therapy. Radiol. Phys. Technol. 15: 37–44, 2022
- 2) Kobayashi T, Kanda K: Microanalysis system of ppm-order ^{10}B concentrations in tissue for neutron capture therapy by prompt gamma-ray spectrometry. Nucl. Instrum. Meth. 204: 525–531, 1983

執筆著者：納富昭弘（九州大学）

論文紹介

〈連載：RPT誌特集〉

RPT誌土井賞受賞論文

Title: Patch-based artifact reduction for three-dimensional volume projection data of sparse-view micro-computed tomography

Authors: Takayuki OKAMOTO, Toshio KUMAKIRI, Hideaki HANEISHI

Publish: 15(3): 206–223, 2022

タイトル：スパースビュー・マイクロCTの3次元投影データを対象としたパッチベースのアーチファクト除去手法

著者：岡本尚之、熊切俊夫、羽石秀昭

マイクロCT (Micro X-ray computed tomography) は、微細な空間分解能をもつX線CT装置である。物体内部の3次元構造情報を非破壊に取得できることから、近年では病理組織学分野における生体組織の構造解析への応用が期待されている。しかし、マイクロCTの撮影における大きな課題として、長時間スキャンがあげられる。撮影時間と画質はトレードオフの関係にあり、たとえばホルマリン固定パラフィン包埋標本のスキャンでは半日以上を要する撮影プロトコルもある。

本研究では、高速撮影手法の一つであるスパースビューCTに着目した。これは、投影データの取得方向数を意図的に削減した撮影方式であり、撮影時間の短縮や被ばく量の低減が可能となる。一方で、疎な投影データに対する解析的な再構成処理（フィルタ補正逆投影法など）では、CT像上にスポーク状のアーチファクトが発生する。

本論文¹⁾は、スパースビュー・マイクロCTにおけるアーチファクト除去手法を提案する。我々はこれまでに、スパースビューのサイノグラムをアップサンプリングすることで、フルサンプリングのサイノグラムを推定する深層学習技術を開発した²⁾。本論文は、これをマイクロCT用に再設計し、さらに撮影データを用いた有効性検証を行ったものである。

提案手法の概要を図1（紹介論文Fig. 1を転載）に示す。一般的なマイクロCTの撮影では、2次元のコーンビーム投影データが収集される。これらを積み重ねたものを3次元（3D）投影データと本論文では呼称する（図1(a)参照）。この3D投影データは、投影データ数が増加するごとに、空間分解能は縦方向（y方向）に向上する。よって、フルサンプリングの3D投影データの推定は、スパースビューの3D投影データを縦方向のみにアップサンプリングする

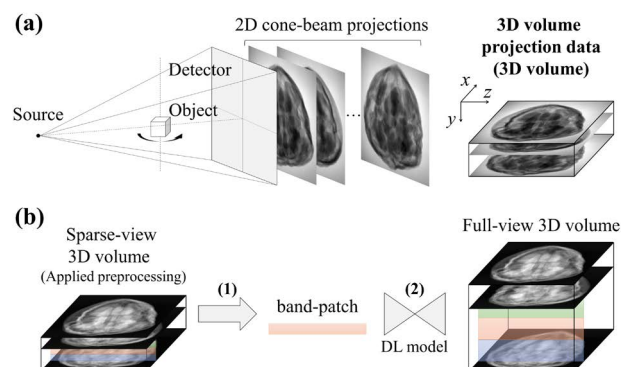


図1 提案手法の概要図。(a) 一般的なマイクロCTによる投影データ収集、(b) 提案手法のフロー。(1) パッチ画像の切り出し、(2) 深層学習モデルによる推定

ことで実現可能である。提案手法では、スパースビュー3D投影データと正解となるフルサンプリング3D投影データから切り出したパッチによる教師あり学習を用いた（図1(b)参照）。深層学習モデルは畳み込みニューラルネットワークベースであり、パラメータ数の大幅な削減により軽量化を図った。

実機により撮影したマイクロCTデータセット、およびパブリックなデータセットを用いて有効性検証を行った。類似手法との比較実験の結果、提案手法は推定精度、計算時間ともに最良のパフォーマンスを達成した。

CT像の補正技術は、近年の深層学習の興隆により飛躍的な精度向上を果たしている。深層学習ベースの補正処理は、CT像に対するアプローチ（再構成後）、投影データに対するアプローチ（再構成前）、また両者を組み合わせたアプローチに大別される。本論文は、投影データアプローチにおける新たな手法であり、CT像アプローチの前処理としても十分に機能すると思われる。また、提案手法はマイクロCTだけでなく、コーンビームCTであれば適用は容易である。今後は、さらなる高精度化、高速化を追求し、提案手法の改良に取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) Okamoto T, Kumakiri T, Haneishi H: Patch-based artifact reduction for three-dimensional volume projection data of sparse-view micro-computed tomography. Radiol. Phys. Technol. 15(3): 206–223, 2022
- 2) Okamoto T, Ohnishi T, Haneishi H: Artifact reduction for sparse-view CT using deep learning with band patch. IEEE Trans. Radiat. Plasma Med. Sci. 6(8): 859–873, 2022

執筆者：岡本尚之（千葉大学）

論文紹介

〈連載：RPT誌特集〉

RPT誌土井賞受賞論文

Title: Marker-less and calibration-less motion correction method for brain PET

Authors: Yuma IWAO, Go AKAMATSU, Hideaki TASHIMA, Miwako TAKAHASHI, Taiga YAMAYA

Publish: 15(2): 125–134, 2022

タイトル：頭部PETのためのマーカレスおよびキャリブレーションレスな体動補正手法

著者：岩男悠真，赤松 剛，田島英朗，高橋美和子，山谷泰賀

がん診断を中心に用いられてきたPET検査だが，近年では，タウ蛋白やアミロイド β を可視化できる新たなPET薬剤の開発が進み，認知症の超早期診断への応用が期待されている．こうした背景のもと，今後は高齢者を対象とした頭部PET検査のさらなる需要増加が想定される．一般的なPET検査は10数分の撮像時間を要し，その間に被験者は静止した状態を保つことが求められる．しかし高齢者はゴムバンド等による頭部拘束による補助を行ってもなお，完全に静止した状態を保つことは難しく，体動に由来した画像のブレは避けられない問題となる．そこでPET撮像中の体動を正確に測定し，再構成時に補正をかけることができれば，被験者が動いている状態で撮像されたデータでも静止状態と同様の分解能をもつPET画像が復元できる．こうした体動補正に関する研究は広く行われているが，体動測定のために被験者に光学的なマーカの取り付けが必要，あるいは体動測定のためのセンサとPET装置間の座標系の統一（キャリブレーション）のために専用のツールを使った綿密な事前測定が必要となるなど，実用性に課題が残っていた．

そこで本論文¹⁾では，臨床での実用化を想定した取り扱いが容易でかつ高精度な体動補正手法を提案する．

はじめにわれわれはKinectと呼ばれるセンサ前方の物体形状が測定可能なレンジセンサを用いて，被験者の顔の3D形状の測定を行う．ここから，光学的なマーカの代わりに，3Dモデルの形状的な特徴をトラッキングすることで，高精度に体動の計測が可能な手法を開発した．この手法は，モデル実験により，平行移動1mm未満，各軸回りの回転運動1°程度の誤差で秒間10フレームの体動が計測できることが実証されている．しかし，ここで得られるのはあくまでPET装置とは独立した座標系をもつKinectセンサの座標系で定義された体動データであり，続いてはこれをPET座標系に変換するキャリブレーションというプロセスが必要となる．この問題に対し，われわれは，被験者の顔のもつ形状的な特徴に着目したキャリブレーション手法を開発した．PET再構成では，定量性を高めるため

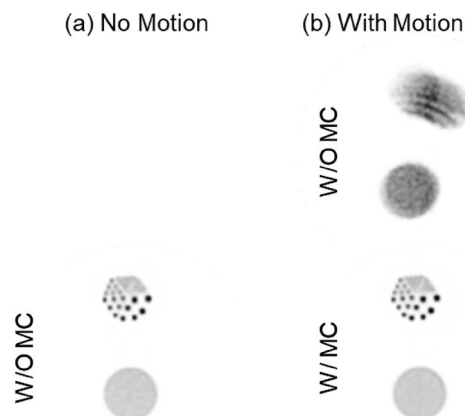


図1 体動補正実験結果，静的撮像 (a)，回転運動を伴う撮像 (上段 体動補正無，下段 有) (b)

にCT画像から作成される μ マップという画像を用いた吸収補正というプロセスが必要となる．この μ マップはPET画像と画像位置合わせされており，各ボクセルはPET座標系で定義されている．また，元がCT画像であるため，簡単なしきい値処理で顔の3次元的な表面形状を抽出することが可能である．ここで，体動の計測に用いたKinectで測定された顔の3Dモデルと， μ マップから抽出した顔の3Dモデルは，前者はKinect座標系，後者はPET座標系で定義されているため，3D空間上で別々の位置に存在している．しかし本来これらは実空間上で同一の物体を示している．そこで，Kinectモデルをマッチング処理により適切に移動させることで， μ マップから得られたモデルにぴったりと重ね合わせることが可能である．このとき要した移動量こそが，Kinectの座標系をPETの座標系に変換するために必要なキャリブレーションのパラメータとなる．得られたパラメータをもとに，測定された体動をPET座標系に変換し，再構成時にディテクタの結晶座標に適切に反映させることで体動補正を実現する．

提案手法を，デレンゾファントムとコントラストファントムを内包したマネキン頭部を用いて，30°のAxial方向回転運動を与えた状態で頭部専用PET装置であるVRAINで撮像を行った．図1に示したとおり静止した状態と視覚的に同等の補正画像が得られたほか，空間分解能やコントラストリカバリー，均一性などの定量値についての統計的な解析でも静止画像と同等であるとの結論が得られた．

本論文で開発した体動補正法は，マーカの付与や事前測定などが不要であり，取り回しが容易な一方で，ファントム実験により静的撮像と同等の良好な復元精度を示した．

参考文献

- 1) Iwao Y, Akamatsu G, Tashima H, et al.: Marker-less and calibration-less motion correction method for brain PET. Radiol. Phys. Technol. 15: 125–134, 2022

執筆著者：岩男悠真（量子科学技術研究開発機構）

論文紹介

〈連載：RPT誌特集〉

最近のRPT誌レビュー論文から

Title: Review and investigation of automatic brightness/dose rate control logic of fluoroscopic imaging systems in cardiovascular interventional angiography
 Authors: Pei-Jan Paul Lin, Allen R. Goode, Frank D. Corwin
 Radiol. Phys. Technol. 15(1): 6–24, 2022

和訳タイトル：循環器用透視診断装置の自動輝度調整・露出機構に関する概説

著者：Pei-Jan Paul Lin, Allen R. Goode, Frank D. Corwin

本文献は、透視診断装置に備わる automatic brightness control (ABC) に代表される画質調整機構に関する概説である。

かつて手動制御で行っていた透視条件の設定は、ABCの登場によりダイナミックに変化し、透視診断システムを使用する手技に携わる医師、診療放射線技師を煩雑な業務から解放した。当初、ABCや automatic dose rate control (ADRC) は検出器への入力線量を $\mu\text{Gy/sec}$ 、あるいは $\mu\text{Gy/frame}$ 単位で、あらかじめ設定したレベルに維持するための機能であり、signal to noise ratio optimization fluoroscopy (SNROF) と呼ばれた。その後、SNROFに臨床情報を付加し発展させた contrast to noise ratio optimization fluoroscopy (CNROF) の登場により、手技に必要な画像コントラストも維持できるようになっている。

文献では、手動設定の時代から最新の CNROF まで、その変遷が紹介されており、システムの発展の様子や動作の仕組みを学ぶことができる (図1)。また基本的な ABC/ADRC の動作 (図2, 3) や近年の透視診断装置に不可欠な spectral filter の設定やパルス幅の変化の様子 (図4)、得られるコントラストや実験での留意事項、そして展望などが多くのデータをもとに丁寧にわかりやすく解説されていることから、透視診断装置に馴染みのない初学者にもおすすめできる文献と考えている。ただ、その歴史の振り返りでは、image intensifier (I.I.) などのわれわれ世代には懐かしい用語が並んでいる。一見すると古臭い技術のレビューとの印象をもつかもしいが、一とおり読めばその印象は180度変わるはずである。

機能の自動化・高度化が進んだ現在では、装置には多くの機能が当たり前のように備わり、ユーザーも当然の仕様として受け入れている。つまり、こういった基本機能の根幹に触れたり、腰を据えて学んだりする機会はけっして多くない。そういった観点からは、理解したいと思いつつも通り過ぎてきた、あるいは理解することを避けてきた方にもお勧めしたい。読み終わった後では、透視診断装置に不可欠な機能である ABC/ADRC の仕組みを根本から学ぶことが、最新の医学物理や放射線技術学の研究をより濃厚に修飾してくれることに気づけるはずである。もちろん、これは学問の臨床応用の視点でもきわめて重要で、透視診断装置を用いた支援に対する視座も変化すること請け合いである。

参考文献

- 1) Lin P-JP, Goode A, Corwin F: The contrast-to-noise ratio optimized fluoroscopy operation logic (An Investigation). Poster number: PO-Ge-I-206, 2020 Annual AAPM meeting (Virtual Meeting), July 12, 2020

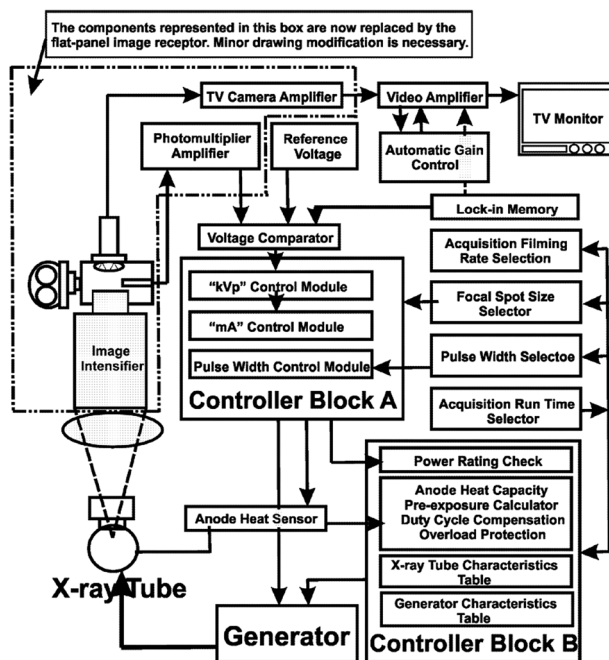


図1 ABC/ADRのブロック図 (概略)。AAPM TG 125 レポートより引用改変 (文献 Fig. 1 を転載)

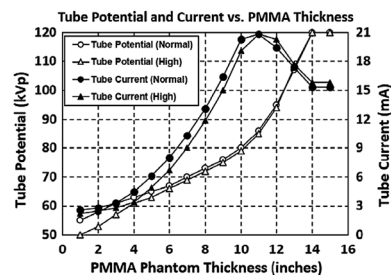


図2 管電圧、管電流とPMMA厚の関係 (文献 Fig. 3 を転載)

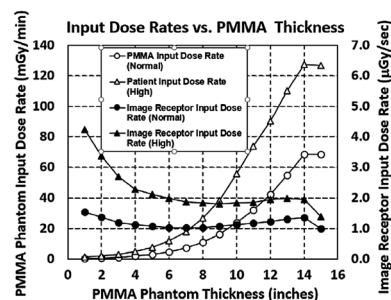


図3 PMMA入射線量率、検出器入射線量率とPMMA厚の関係 (文献 Fig. 4 を転載)

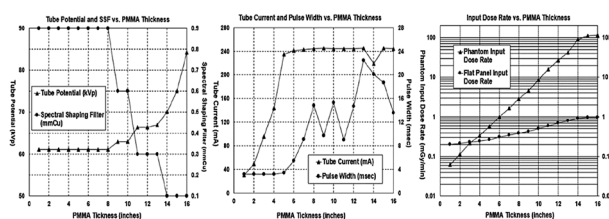


図4 管電圧、spectral filter厚とPMMA厚の関係 (左)、管電圧、パルス幅とPMMA厚の関係 (中)、PMMA入射線量、検出器入射線量率とPMMA厚の関係 (右)。(文献 Fig. 5 を転載、参考文献¹⁾より転載)

執筆：市田隆雄 (大阪公立大学医学部附属病院)

開催報告**第125回日本医学物理学会学術大会におけるJSMP実行委員会企画「若手で医学物理について語りませんか？」**

田中創大^{*1,2}, 伊良皆 拓^{1,3}, 金城優志^{1,4}, 恒田雅人^{1,5}, 平島英明^{1,3}, 笠松幸生^{1,2}, 大田朝宏^{1,6}, 小川柊太^{1,7}, 加藤雅貴^{1,8}, 坂井まどか^{1,9}

¹医学物理若手の会 運営委員

²量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子医科学研究所 物理工学部

³京都大学 医学部附属病院 放射線治療科

⁴琉球大学大学院 医学研究科 放射線診断治療学講座

⁵千葉大学大学院 医学研究科 MR画像誘導即時適応放射線治療学寄附講座

⁶埼玉医科大学 国際医療センター 包括的がんセンター 放射線腫瘍科

⁷一般財団法人 脳神経疾患研究所附属 南東北がん陽子線治療センター

⁸大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻

⁹新潟県厚生農業協同組合連合会 長岡中央総合病院 放射線科

2023年4月13日から16日にかけてパシフィコ横浜において第125回日本医学物理学会学術大会が開催されました。そのなかのセッションの1つとして、JSMP実行委員会企画「若手で医学物理について語りませんか？」を実施しましたので、その内容を報告いたします。

本企画は、JSMP実行委員会のサポートのもと、医学物理若手の会運営委員によって内容の立案から当日の運営までを行いました。従来の学会では学生や若手の研究者・医学物理士は自身の発表をして他人の発表を聞くことだけで終わることが多く、それは非常にもったいないと考え、本企画は若手が気軽に意見を交換し、コミュニティを広げるきっかけとなる場を提供することを目的としました。

参加者は事前登録制とし、当日の現地参加も可としました。若手の会運営委員を含めて参加者が6人程度のグループに分かれ、提示されたテーマについてそれぞれのグループにおいて15分程度のディスカッションを行う形式としました。さらにグループ内で話し合ったことのサマリーを全体において1分以内でグループの代表者が発表する時間も設けました。ディスカッションのテーマとして、以下の4つを用意しました。

- ①医学物理士に必要なスキルや知識とは？
- ②自身のキャリアパスの紹介と相談
- ③学術大会の国際化は必要か？
- ④30年後主流となる放射線治療はどれか？

本企画は学会最終日となる16日（日曜日）の午前9時から午前11時に表1のようなタイムスケジュールで実施されました。場所はパシフィコ横浜会議センターの419室で、グループディスカッションを行うために写真1のように椅子を向かい合わせに円形にまとめたグループを7つ作り、学会中に一般講演等で使われる419室をディスカッ

表1 タイムスケジュール

8:45	受付開始
オープニング	
9:00	開会（司会：田中創大、水野秀之）
9:05	自己紹介タイム
医学物理士に必要な知識とスキル（プレゼンター：大田朝宏）	
9:10	ディスカッション（15分）
9:25	発表
自身のキャリアパス（プレゼンター：加藤雅貴）	
9:35	ディスカッション（15分）
学術大会の国際化は必要か？（プレゼンター：笠松幸生）	
9:50	ディスカッション（15分）
10:05	発表
30年後主流となる放射線治療はどれか（プレゼンター：小川柊太）	
10:15	ディスカッション（15分）
10:30	発表
クロージング	
10:40	終わりの挨拶（伊良皆拓）
10:45	閉会・写真撮影



写真1 ディスカッションの様子

* 連絡著者(corresponding author) 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子医科学研究所 物理工学部 [〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1]
E-mail: tanaka.sodai@qst.go.jp



写真2 企画参加者の集合写真（写真撮影時のみマスクを外した）

ションができるような座席配置としました。事前登録は28名で欠席3名を除く25名が出席、また当日現地参加の9名が加わり、合計34名の参加となりました。参加者の身分は大学の学部生から経験年数が10年を超える医学物理士まで、場所は日本全国から、理工系出身や放射線技術系出身などと様々な背景を持つ医学物理業界の若手が集まりました。より多様なディスカッションができるように、同一グループ内で参加者の属性ができるだけ異なるようにグループ分けを行いました。また、マスク着用やマイクの消毒等の感染対策を万全にした上で本企画は実施されました。

はじめの自己紹介のときは少し堅い雰囲気もありましたが、少し話が進めばすぐ和やかな雰囲気となり、参加者のいきいきとした顔が見られました（写真1）。どのグループも話が途切れることもなく、文字どおり膝を突き合わせながらの盛り上がったディスカッションになったかと思います。各テーマの発表においても、グループにおける代表者が堂々と話し合った内容を紹介しました。“①医学物理士に必要なスキルや知識とは？”のテーマでは、他職種とのコミュニケーション能力が大事であるといった意見や、新しいものを受け入れる姿勢が必要といった意見が上がりました。“②自身のキャリアパスの紹介と相談”では、お互いに自身のキャリアについての紹介をしたり、時には将来のキャリアパスの相談をする場となりました。“③学術大会の国際化は必要か？”については、賛成意見と反対意見がそれぞれあり、英語のハードルは同時翻訳を活用すれば解決するといった興味深い意見もありました。“④30年後主流となる放射線治療はどれか？”については、Adaptiveな治療が増えるという意見がいくつかあり、また普及や臨床成績の観点から考えると結局X線がずっと主流であるとい

う意見が多くありました。

参加者から後日アンケートを取ったところ、14名から回答がありました。満足度に関して、回答者全員から“非常に満足”もしくは“満足”という結果が得られ、非常に満足度の高い企画になったと思います。“一番盛り上がったテーマはなんですか？”という問いについて、回答が4つのお題にはほぼ均等に分散し、どのテーマも有益なディスカッションであったと言えました。一方で、1グループ内6人という人数が多いと感じた、ディスカッションの時間が短かったといった傾向のアンケート結果が出ており、運営側の予想よりディスカッションへの意欲が高いことの表れであり、今後同様な企画が開催されるべき改善点となりました。

本企画はこれまで日本医学物理学会の学術大会ではあまりなかったディスカッションをするセッションとして実施されました。発表して、その後は聞く一方というようなことが多い若手の学会参加者にとって、このようなインタラクティブに参加する機会は貴重であったかと思います。昨今のCOVID-19の影響で人との関わりが少なくなっていたこの状況で、なおさらこのような機会は重要性を増していたと思います。企画参加者から次回も参加したいという声も多かったため、ぜひ今後もこのようなセッションが継続的に実施されることを期待します。

最後になりましたが、JSMP実行委員長の藤崎先生、布施先生や水野先生をはじめとするJSMP実行委員の先生方に色々とお世話をお願いしてこのような企画を実行することができました。深く御礼申し上げます。そして、参加して下さった若手の皆様に感謝を申し上げますとともに今後のご活躍をお祈りしています。

施設紹介

東京女子医科大学大学院医学物理士養成コースの紹介

金井貴幸*, 李 基羽, 羽生裕二, 栗林茂彦, 橋本弥一郎, 唐澤久美子

東京女子医科大学医学部放射線医学講座放射線腫瘍学分野

Introduction of Medical Physics Course at Tokyo Women's Medical University

Takayuki KANAI*, Kiwoo LEE, Yuji HANYU, Shigehiko KURIBAYASHI, Yaichiro HASHIMOTO, Kumiko KARASAWA

Department of Radiation Oncology, Tokyo Women's Medical University

1. 施設概要

東京女子医科大学は1900年に創立された東京女醫學校を前身とする医科大学で、東京都新宿区の中心付近という良好な立地にあり、「至誠と愛」を大学の理念とする。至誠とは「きわめて誠実であること」であり、創立者吉岡彌生先生の座右の銘でもある。この理念に従い、総病床数1,193床の附属病院では放射線治療グループを含め、多くの医療スタッフが日夜診療にあたっている。

本学と放射線治療の関係は深く、日本放射線腫瘍学会(JASTRO)の初代会長は本学放射線医学教室の第2代主任教授の田崎瑛生先生であり、第1回学術大会は1989年に本学の弥生記念講堂で開催された。以来、放射線治療に関する臨床・研究・教育に精力的に励んでいる。

本学は附属病院である東京女子医科大学病院に加え、足立医療センター、八千代医療センター、成人医学センター、東洋医学研究所といった附属医療施設を有するが、本稿執筆時点で放射線治療は本院の東京女子医科大学病院のみで行われている。所有する装置は表1のとおりである。2023年にはリニアック1台および小線源治療装置1台の更新が控えており、今年中にはリニアック3台、小線源治療装置1台、ガンマナイフ装置1台の治療体制が整う予定である。これまでの治療実績としては、年間700~900例程度の治療を行ってきている。

2. 教育活動

現在本学は、一般財団法人医学物理士認定機構に認定された「医学物理士養成コース」が大学院の放射線腫瘍学分

野に設置されている。受入れは博士課程のみ行っており、これまで、4名の博士課程修了者（うち、医学物理士養成コースは1名）を輩出してきた。本学の医学物理士養成コースには現在、2名の医学物理教員が常勤として在籍している（図1）。教員は2名とも医学物理士有資格者（うち1名は治療専門医学物理士資格を保有）であり、日常的に装置のQA/QCを中心とする臨床業務に携わっているため、医学物理士を志す学生に対して実際の臨床業務を通し、病院で即戦力となる医学物理士を目指して教育を行う体制が整っている。また中央放射線部所属の診療放射線技師にも医学物理士有資格者が2名おり、臨床教育の強力なサポーターとなっている。

また講義に関しては、医学系の講義については医科大学の強みを生かし、第一線で活躍する放射線腫瘍科および他科の医師からの講義を受けることが可能なほか、理工系講義についても、客員教授として西尾禎治先生、非常勤講師として成田雄一郎先生、放射線生物学の藤田真由美先生を招いており、常勤の教員以外にも、医学物理学・放射線生物学など各分野のエキスパートの先生方から最新の知見に基づいた充実した講義を受けることが可能である。

3. 研究活動

ここでは、本学の研究の大きな特長を2点紹介したい。

3.1 早稲田大学との連携

東京女子医科大学は医科大学であるが、理工系の研究に不利かというそうではない。その大きな理由として、早稲田大学との教育・研究の連携があることが挙げられ

表1 当院の治療装置一覧

装置種別	リニアック			小線源治療装置	ガンマナイフ装置
装置名称	Varian TrueBeam	Varian TrueBeam	Elekta 社 Synergy	Bravos	Elekta 社 Icon
導入時期	2023年 (旧装置を入替予定)	2017年	2010年	2023年 (旧装置を入替予定)	2021年
主な用途	VMAT・体幹部定位 照射・TBI・3D-CRT (予定)	VMAT・ 体幹部定位照射・ 3D-CRT	VMAT・TBI・ 3D-CRT	腔内照射	脳定位照射

* 連絡著者(corresponding author) 東京女子医科大学医学部放射線医学講座放射線腫瘍学分野 [〒162-8666 東京都新宿区河田町8-1] Department of Radiation Oncology, Tokyo Women's Medical University, 8-1, Kawada-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 162-8666, Japan E-mail: kanai.takayuki@twmu.ac.jp



図1 放射線腫瘍科医局員の集合写真。医学物理教員は前列の左（金井）と中央（李）の2名



図2 東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命医科学研究教育施設TWIns（ツインズ）の外観

る。早稲田大学は本学から徒歩でも20分ほどの距離でありアクセスが良好であるほか、両大学が共同で運営する「東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命医科学研究教育施設、通称TWIns（ツインズ）」という施設が病院の隣に設置されている（図2）。この施設には両大学の医学系・理工系の研究者・大学院生が多数在籍しており、異分野の研究者同士が交流し、医理工連携の研究が多数行われている。また、両大学の共同大学院も設立されており、医科大学でありながら理工系の研究者との交流が非常に容易な環境にある。

3.2 粒子線治療に対する「強み」

また、本学における研究のもう一つの大きな特長として、QST（量子科学技術研究開発機構、旧放射線医学総合研究所）をはじめとする他施設との交流が盛んであることが挙げられる。当分野の唐澤教授はQSTでの勤務経験

があり、現在もQSTで行われている乳がん重粒子線治療の主任研究者であるほか、医学物理教員の金井も山形大学やQSTにて重粒子線治療に関する臨床業務や研究に従事しており、この分野に関して専門的な知識を有する。こういった背景から、粒子線に関する研究を積極的に行っており、必要に応じてQSTや山形大学などの粒子線施設と連携した研究を行うことが可能な環境である。

実際に本学で行われている研究テーマとして、以下のようなものがある。これらはあくまでテーマの1例であり、学生は研究テーマを以下から選ぶことも、教員と相談のうえでは他のテーマについて研究することも可能である。

(1) AI技術を用いた粒子線治療の高精度化

粒子線治療は、ブラッグピークがあることで腫瘍に局限して線量を与えつつ正常組織への線量低減が可能である。一方で、粒子線は治療期間中に生じる体型の変化や臓器位置の変動、治療計画に用いるCT画像等に由来する誤差の影響を受けやすく、これらは治療精度向上のボトルネックになっている¹⁾。そこで、CT画像・MRI画像・PET画像・SPECT画像などの多種多様な画像をAI技術を用いて統合的に解析する（図3）ことで、患者体内での粒子線の振る舞いをより正確にシミュレーションし、粒子線治療のさらなる高精度化を目指す。本研究テーマは、日本医学物理学会で受賞²⁾するなど一定の成果を挙げている。

(2) 4次元粒子線治療に向けた線量検証システムの開発

呼吸による動きのある肺癌や肝臓癌などに対する粒子線治療では、腫瘍の3次元的な位置情報だけでなく、呼吸性移動（時間軸）を考慮した「4次元」的な治療計画が必要である。これまで、患者の呼吸性移動を考慮するためには

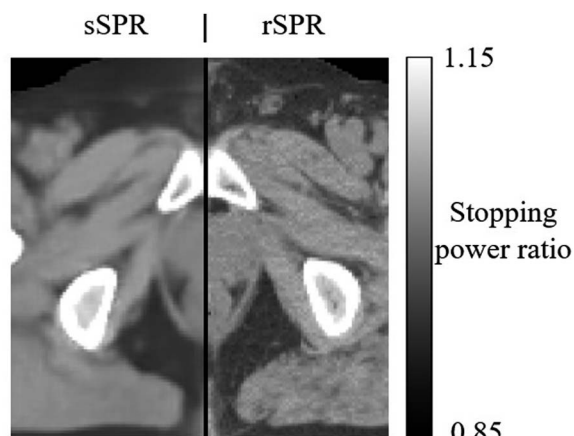


図3 粒子線治療の線量分布計算に必須の阻止能比分布を畳み込みニューラルネットワークを用いて合成した例。左側がMRIから合成した阻止能比画像。右側が通常の臨床と同様にCT画像から作成した阻止能比画像



図4 3Dプリンターを用いた可変形乳房ファントムの作製。3Dプリンターで乳房の型を出力し、そこに素材を流し込むことでよりリアルな可変形ファントムを作製する

シンプルな円柱形状の水等価ファントムなどを用いて線量検証を行ってきたが、本研究では、より患者に近い形状・組成の動態ファントムを開発し（図4）、Monte Carlo simulationおよび実測による検証プロセスも併せて構築することで、より高精度な4次元粒子線治療の実現を目指す。

(3) 小型陽子線治療装置の研究開発

陽子線治療を国内外へ広く普及させるためには、装置の小型化研究開発（現在の装置はおよそテニスコート一面分の大きさ）が重要となる。本分野が医学物理学研究の中核拠点となり、早稲田大学との医理工連携および装置メーカーとの共同研究を主軸にした研究開発を展開することで、小型で高性能な陽子治療装置の研究開発を進める。

4. 医学物理を志す者へ一言

医学物理学はとても裾野の広い分野です。放射線生物学、原子核物理学、制御工学、数理統計学、画像工学など、さまざまな学問が混じり合う融合的な学問領域であり、多種多様なバックグラウンドをもつ研究者がそれぞれの強みを活かして研究を行っています。そしてどの研究者も、最終的には患者さんや医療従事者など、人のためになることを目標に日々励んでいます。物理学や数学が好きで、人のためになることがしたいのであれば、医学物理学は非常に学びがいのある学問ではないでしょうか。

また、医学物理学と深い関係にある医学物理士という職業も、臨床業務を通じて直接患者さんのためになる仕事ができるのはもちろんのこと、教育や研究を通して放射線医療の発展に貢献し、間接的に患者さんに大きな利益をもたらすことができる職業です。また、1人の人間が臨床・教育・研究をそれぞれ両立して仕事ができる、という点でもユニークでやりがいのある職業です。少しでも本学の医学物理グループに興味を持たれた方は、是非気軽にご連絡ください。

参考文献

- 1) Paganetti H: Range uncertainties in proton therapy and the role of Monte Carlo simulations. *Phys. Med. Biol.* 57: R99–117, 2012
- 2) Kanai T, Arai S, Miyasaka Y, et al.: Range uncertainties for MRI-only treatment planning with convolutional neural network in particle therapy. 第123回日本医学物理学会学術大会, 横浜, 2022

連載コラム シカゴ通信

スペイン、フランス、ドイツ、イタリア

〈Chicago Report〉 Spain, France, Germany, Italy

素晴らしいスペイン

スペインの研究者との共同研究や学位審査と国際会議などで、私はスペインを訪問するチャンスがあり若干の都市を知ることができました。しかし2000年以前にはデジカメ写真がなく訪問記を書くのは困難だったため、比較的最近の写真を基にこの記事を用意しました。

スペインは、日本の1.3倍の面積で人口は約4,400万人です。領土は17の領域に分かれており、それぞれは独立性が強く独自の言葉を持っています。私は主としてその3領域を頻繁に訪問するチャンスがありました。スペイン領土のイベリア半島はアフリカに極めて近く、イスラム支配が数世紀に及んだため、その影響を受けた独自の文化を持っています。

近年国際会議CARSが開催されることがあるバルセロナでは、著名な建築家アントニオ・ガウディの傑作を楽し

むことができます。有名なサグラダ・ファミリア聖堂（写真1）は1882年に建設が始まり、まもなく完成すると言われています。建設費用の浄財を集めながらの長期的な大事業には驚きます。2008年には工事リフトで建設現場を見学し、2016年は多数の観光客でしたが、建設櫓に取り囲まれていました。

バルセロナにはカサ・ミラ（写真2）やカサ・バトリョ（写真3）など多数のガウディ設計の素晴らしい建物がありますが、驚くことにそれ以外の建築家による見事な建造物も多数あります。これは、当時優れた建築家達が互いに影響しあったからだと思います。物理学の分野においても、アインシュタインやフェルミなどノーベル賞を受賞した同時期の著名な物理学者達はお互いに知り合いだったようです。これは大変興味ある歴史的な事実です。

その当時の素晴らしい建築物はかなり高価だったと思いますが、財源は南米諸国から得たと想像されます。スペイ

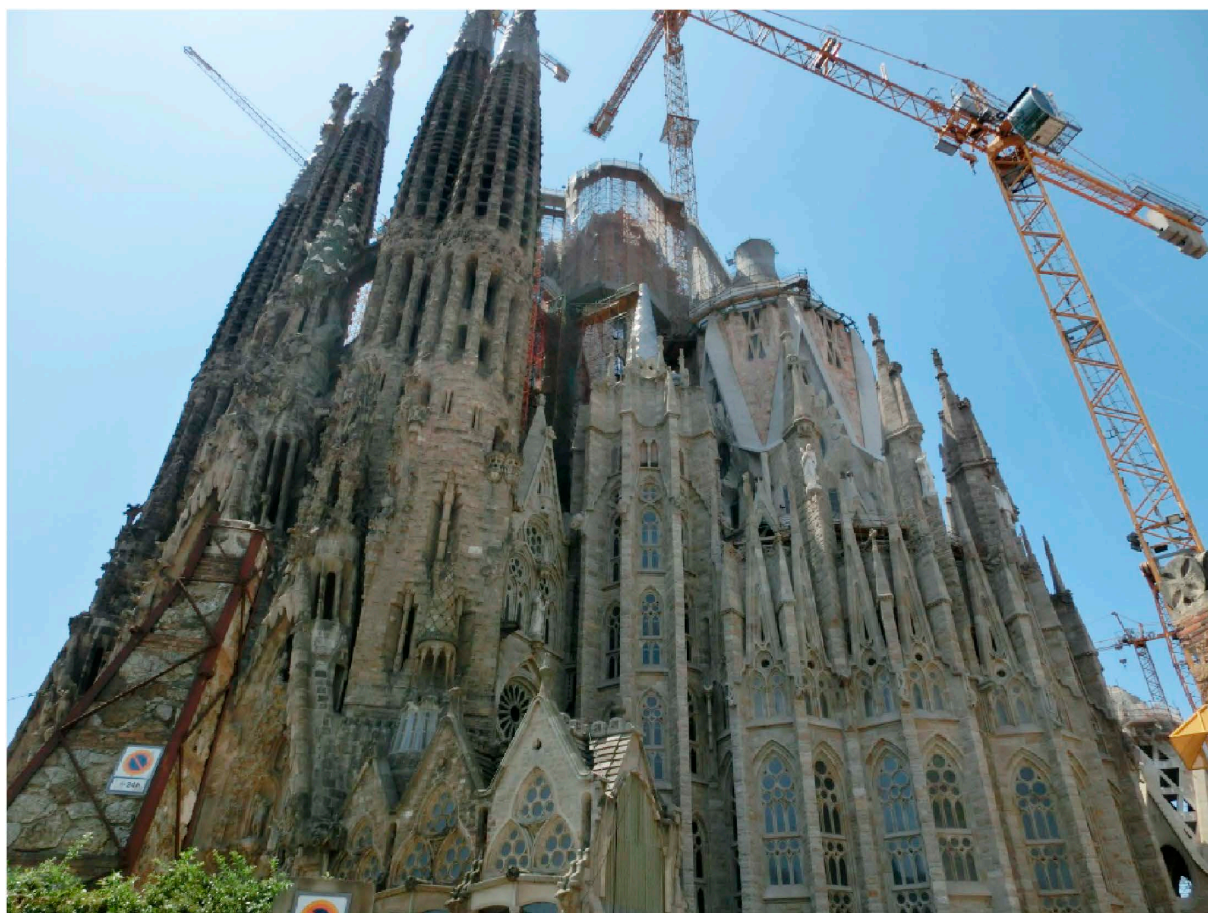


写真1 ガウディの未完の傑作：サグラダ・ファミリア聖堂（2016年撮影）



写真2 ガウディのカサ・ミラ

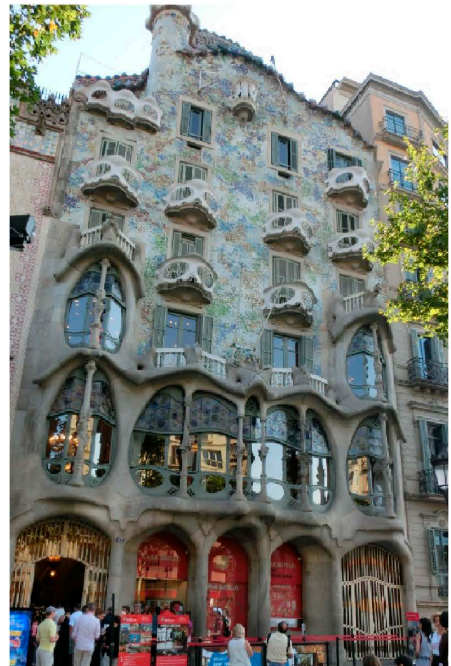


写真3 ガウディのカサ・バトリョ



写真4 ドメネク・イ・モンタネールによるサン・パウ病院の中庭風景

ンはインカ（現ペルー）を亡ぼし、インカの王様の命の代償として部屋いっぱいの黄金を要求したのです。当時、スペインの金はあまりに多かったので、ヨーロッパの金相場の暴落を起こしたほどだそうです。後述のサンチャゴ・デ・コンポステーラ旧市街の道路（や建物）はグラナイト（御影石）であるため、雨後の月明かりの夜はピカピカ光る様子が美しいと言われています。その時代のスペインは世界史の中で最も裕福な国だったと思われます。

サン・パウ病院（写真4）は著名なドメネク・イ・モンタネールの設計ですが、病院とは信じられない豪華な建築物です。病室や他の施設は地下にあり、地上には人影がな

く病院ではなく宮殿のような感じがします。バルセローナの歴史地区には王の広場（写真5）があります。コロンブスが新大陸を発見して帰国後、イサベル女王に帰国報告の謁見するため右側の扇型の階段を上ったと伝えられています。この地域には14世紀に建てられたゴシック風のカテドラル（写真6）やピカソ美術館があります。休日のバルセローナ海岸（写真7）は多くの海水浴客で賑わい、日本の海岸のように混雑するようです。

スペインは約600年の間イスラムに支配されていましたが、レコンキスタと呼ばれる運動の結果最後のイスラム王は1492年にグラナダのアルハンブラ宮殿を明け渡すので



写真5 王の広場：コロンブスがイサベル女王に謁見するために上がった階段



写真6 バルセローナの14世紀建設のカテドラル



写真7 バルセローナ海岸で遊ぶ人々（海岸空中ケーブルから撮影）



写真8 グラナダのアルハンブラ宮殿（2月にアルバイシンから撮影）



写真9 マラガのアルカサバ城塞



写真10 フラメンコ・ダンス

す。しかし宮殿はその後放置され荒れ放題で、浮浪者の住処となっていたそうです。米国の作家ワシントン・アービング著作の『アルハンブラ物語』（岩波翻訳本あり）によると「19世紀に英国の外交官がマドリッドからグラナダまで馬車で数日間の旅行中に、毎夜アラブ人の従者から聞いた物語を収録したと記述されています」。そのなかには“アラジンの魔法のランプ”や“空飛ぶ絨毯”などが含まれています。アルハンブラ宮殿（写真8）はその後修復され、現在は世界でも珍しい見事なイスラム宮殿を見学できます。グラナダは谷間の両側の丘を含む街で、右側はアルハンブラ宮殿、左側はアルバイシンと呼ばれる“宮殿を眺める”絶好の街です。冬季には冠雪したシエアラネバダ山脈が背後に見られます。

マラガはローマ時代から知られている地中海南部の都市ですが、現在は世界的なリゾート地コスタ・デル・ソル（太陽の海岸）の中心地として有名です。アルカサバ（写

真9) はローマの要塞の跡にモロコ人によって築かれ、イスラム式庭園と宮殿の一部が残っておりミニ・アルハンブラと呼ばれているそうです。マラガからはジブラルタル海峡を高速艇で渡り、アフリカのモロッコを日帰り訪問できます。また、オペラ「カルメン」の素晴らしいビデオ映画(1984年主役カルメンとドンホセ：ジュリア・ミゲネス・

ジョンソンとブラシド・ドミンゴ)の撮影された美しい渓谷の街ロンダも日帰り訪問できます。学生時代に傾聴したマラゲーニア(マントバーニ弦楽演奏)はマラガの民謡で美しい名曲と思います。フラメンコ(写真10)はスペイン特有のダンスですが、各地で楽しむことができます。グラナダの街角ではフラメンコ・スクールの表札を見かけ、



写真11 サンチャゴ・デ・コンポステーラのカテドラル



写真12 サンチャゴ・デ・コンポステーラの国営ホテル、パラドール：レイエス・カトリコス
(A)正面玄関、(B)噴水のある中庭



写真13 (A)バルセロナ市場の海鮮料理

(B)生ハム売り場

許可を得てダンス教室を見学させていただきましたが、とても楽しく素晴らしい経験でした。

サンチャゴ・デ・コンポステーラはスペインの北西端に位置するガリシアと呼ばれる地域の首都ですが、キリスト教徒の世界三大巡礼地の一つとして知られています。9世紀の初めにキリストの使徒聖ヤコブの墓がこの地で見つかり小さな教会のできたのが始まりで、現在は巨大な教会（写真11）が建ち多くの巡礼者が訪れます。中世にはフランスとの国境のピレネー山脈を越え数百キロの道のりを歩いてきたと言われています。そこで教会の横には病院が建設され、現在は国営ホテル・パラドル（写真12）として利用できます。パラドルはスペイン各地の古い城郭や寺院などを利用した国営の素晴らしい現代的ホテルで、値

段は極めて妥当です。人気があるので半年以上前に予約する必要があります。スペイン旅行にはパラドル宿泊がおすすめです。

スペイン料理（写真13A）は、タコ、イカ、タラ、タイなどの海鮮材料を使いとても美味しく、ポルトガル料理と似ています。地域によって魚の種類が異なるようで、サンチャゴでは特にタコが多かったですが、グラナダでは豪華なタラ料理を経験しています。マラガでは日本の“タイの塩釜焼”とそっくりの料理に驚きました。もしかしたら日本の料理人から学んだのかもしれませんが。肉屋では多数の巨大なハム（写真13B）がぶら下げてあり、個人の家屋の地下室には生ハムの薄削り道具が用意され家庭で頻繁に楽しんでいるようです。

世界的人気のフランス

フランスは世界で最も人気のある国で、年間6,000万人の観光客が訪れています。フランスの領土は日本の約1.5倍で、人口は約6,000万人です。1974年私の最初のヨーロッパ訪問国はイギリス、スウェーデン、オランダ、ドイツ、フランスでした。パリ空港で出迎えてくれたのはカート・ロスマン教授の友人ジャン・ティボー（土井邦雄：学長の回顧録。14頁、インナービジョン社、2014）で、そのままパリ郊外のシャンティイの小綺麗な城に案内されたのを覚えています。その後、国際会議などでフランスを訪問するチャンスは多かったのですが、この記事は最近のデジカメ画像を利用して用意しました。パリとその周辺には多数の歴史的遺産や博物館がありますが、ノートルダム大聖堂（写真14）は1330年頃に200年かけて完成した“フランスを象徴する”遺産と言われています。しかし2019年の火災のため現在は再建中で、2024年には公開される予定です。ノートルダム大聖堂は、宗教儀式だけでなく国際会議の音楽会にも利用されています。ビクトル・ユーゴーの著名な小説の映画化「ノートルダムのせむし男」

（1956年の映画。主演アンソニー・クインの驚くべき演技、個性的美人女優ジーナ・ロロブリジーダ）でも有名です。

創立230年のルーブル美術館（写真15）は来館者数世界最大（年間740万人）で、ギリシャ彫刻「ミロのビーナス」やイタリアのレオナルド・ダ・ヴィンチの名画「モナ・リサ」や「ナポレオン1世の戴冠」などがあります。この立派な建物は歴代王の王宮でしたが、ルイ14世は巨大なヴェルサイユ宮殿を造設したので、美術館として利用することになったそうです。ヴェルサイユ宮殿は、パリの南西郊外に、20年間にわたって建造された世界最大の見事な宮殿です。この宮殿の大きさ（2,300室）と豪華さには圧倒されます。さらに厨房は立派な独立の建物であることにも驚き、宮廷における「フランス料理の重要さ」を示していると感じました。しかしルイ16世と王妃マリー・アントワネットは、1789年のフランス革命によって斬首される歴史的悲劇が起こったのです。

パリ西南の郊外、セーヌ河畔のセーブルという町にパリ度量衡局（BIPM）があり、メートル原器とキログラム原器が保管されています。以前、国王の愛妾の宮殿だったそ



写真14 ノートルダム寺院（2001年撮影）



写真15 ルーブル美術館とセーヌ川

うですが、BIPM所長兼ICRU委員長アンドレ・アリセイは、1996年にICRUの年次会議をこの素晴らしい施設で開催したのです。当時、ホテル等は若干不便でしたが、パリ近郊と歴史の一部を知るのには大変良かったと思っています。

パリの街並み（写真16）を眺めるにはモンマルトルの

丘の上にあるサクレ・クール聖堂（写真17）やエッフェル塔（写真18）が素晴らしい場所です。モンマルトルはセーヌ川の北側ですが、モンパルナスは南側です。19世紀末頃からこの地域はモジリアニ、ゴッホ、ルノアール等の印象派の画家達で有名ですが、現在でも街角に似顔絵描きや画家の行商（写真19）が見られます。天才画家モジ



写真16 モンマルトルの丘からのパリの街の眺望



写真17 モンマルトルのサクレ・クール聖堂

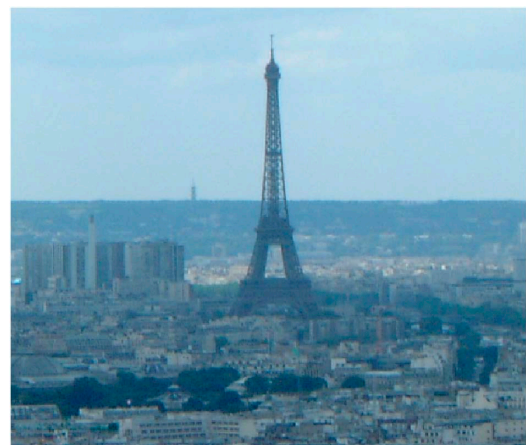


写真18 モンマルトルからのエッフェル塔



写真19 モンマルトルの絵描き達



写真20 シャンソン酒場ラビン・アジル

リアニについての素晴らしい映画「モンパルナスの灯」(1958年、主演ジェラルド・フィリップ、女優アヌーク・エーム)を懐かしく思い出します。モジリアニは36歳で亡くなったのですが、不思議なことに主演の美男俳優フィリップも、さらに天才音楽家モーツァルトも36歳で亡くなっています。この地域にはシャンソン酒場で有名なラパン・アジル(写真20)があります。この建物は個人家屋のような印象で、周囲の現在の建造物とかなり違うので長期的な保存が気になります。

パリには多数の興味ある観光場所があります。凱旋門は街の中心的な存在で、ナポレオンの指導で作られたのですが、その完成を見ずに本人は亡くなったそうです。凱旋門

から高級ショッピング街のシャンゼリゼ通りを越えるとコンコルド広場に達します。ここはフランス革命でギロチン台のおかれた場所ですが、現在はナポレオンがエジプトから移動させたオベリスクが建っています。さらに直進するとルーブル美術館です。パリには多数の美術館がありますが、セザンヌ、ゴーガン、ゴッホ等の印象派の画家の作品はオルセー美術館に、モネのスイレンの作品はオランジュリー美術館に、ロダンの彫刻はロダン美術館に展示してあります。

セーヌ川の南側にはカルチェ・ラタンと呼ばれる地区があります。ここにはソルボンヌ大学(現パリ大学)があり、学生街のような庶民的な雰囲気です。ギロスや中近東から



写真21 モン・サン・ミッシェル



写真22 モン・サン・ミッシェルから眺めるフランス本土風景



写真23 レンヌの街のレストラン街



写真24 (A)パリのムール貝専門店のナベ料理とスズキの焼き物
(B) (C) (D)レンヌの街のフランス料理

のバーベキュー等立ち食いできる街です。しかし、以前ポーランドからの留学生キュリー夫人が学生時代に苦学した場所と思うと感慨深いです。

フランス・ワインで有名なボルドーで1995年にECR（ヨーロッパ医学放射線学会）が開催されました。ボルドーは小さな町ですのでホテル施設が十分でないため、多くの参加者は男女別の大学学生寮に宿泊したのです。このような経験は初めてでしたが、街のレストランでは素晴らしい巨大なエビと赤ワインを低価格で楽しむことができました。ボルドーからは個室の寝台列車でニースやモンテカルロを通過しイタリアとの国境を越えたのは楽しい経験でした。その後、別の列車旅行ではパリからロンドンまで英仏海峡トンネルを通過し、あっという間に終着駅に到着したのは驚きでした。車窓風景からフランス側は農場が多かったのですが、英国側は豚や牛の牧畜が目につきました。

伝統と底力のドイツ

ドイツは二度にわたる世界大戦の敗北から立ち上がった底力を持つ伝統ある国です。ドイツの面積は日本の約95%で、人口は8,200万人です。第二次世界大戦の同盟国であり敗戦の経験から、私は“ドイツ人は日本人と似てい

2019年にはレンヌでCARS国際会議が開催され、モン・サン・ミッシェル（写真21, 22）を訪問しました。修道院の建つ城塞の小島はフランス本土と浅瀬で繋がっていますが、満潮時に水面が最大14mも高くなり離れ小島になります。この城塞は多くの戦争で一度も侵略されたことがないそうです。レンヌの街のレストランや家屋は、壁を縦横、斜めの板で縁取りするイングリッシュ・チュードアのスタイル（写真23）が多く見られましたが、この地域は英国に近いからかもしれません。

パリでは、ベルギー本店レオン・ド・ブラッセルというムール貝料理のチェーン店を見つけ、ヨーロッパ訪問時たに通いましたが鍋いっぱいのムール貝（写真24A）は素晴らしいです。一度だけ不作の年には小さなムール貝にがっかりしたこともあります。パリでは本格的なフランス料理店が減少しましたが、レンヌの街では素晴らしいフランス料理（写真24B, C, D）を楽しむことができました。

るのか”との疑問を持っていました。さらにシカゴ大学の私の上司カート・ロスマン教授はドイツ人でしたので彼の言動には注目していました。

ベルリンの壁（高さ4m、全長155km）崩壊は1989年ですが、それ以前ベルリン封鎖の冷戦時代にチャーリー・ポイント（写真25）を通して東ベルリンを訪問したことが

あります。そのときの印象は“若気の至り”と思いますが“ソ連との戦争恐れる必要なし”でした。東ドイツに駐車していた車はチョーク装備で、外装修理の一部はベニヤ板でした。工場の建物は日本の戦後に類似し、アパート群は立派とは言えない状態でした。そこで「共産陣営は自由民主陣営に勝つはさすが」と仮定したのです。その後、ソ連は崩壊、西ドイツは東ドイツ復興に巨額の投資をし、“あつという間に東西ベルリンの差の認識が困難なほどの国づくりを実現した”のです。

ドイツの友人によると“東ベルリン復興で一番大変だったのは、古い道路が利用できないので、掘り返してコンクリート道路を作り直した”そうです。ベルリンには、多くの観光スポットがありますが、統一ドイツの象徴と言われるブランデンブルク門（写真26）は、戦後破壊された当時の写真と比較できます。ベルリン東郊外のポツダム会議（写真27）では、英国のチャーチル首相、アメリカのトルーマン大統領とソ連のスターリン書記長が戦後の世界情

勢を決定したのです。ベルリンの壁崩壊から18年後の復興の様子（写真28）ではブランデンブルク門はまだ修復中ですが、手前の旧東ベルリン地区の整備はかなり進行していたようです。

東ベルリンは、現在ベルリンの中心部で博物館島と呼ばれる小さな島にペルガモン博物館（写真29、30）があり、古代ギリシャで発掘された「ゼウスの大祭壇」や古代バビロニアからの「イシュタル門」等の巨大な遺跡のモデルや発掘物で有名です。この島には天井ドームのあるベルリン大聖堂があります。東ベルリン地区には1621年創業ベルリン最古のレストラン、ツァ・レッテン・インスタント（写真31）があり、ナポレオンが座ったと伝えられる席（写真32）が有名です。

西ベルリンの中心は、戦争で教会の先端部分を破壊されたカイザー・ヴィルヘルム記念教会のあるツォー駅周辺で、クーダムという高級ショッピング街や有名なケンピンスキー・ホテルとベルリン動物園やベルリン工科大学があ



写真25 第二次世界大戦後の東西ベルリン分岐点チャーリー・ポイント



写真26 ブランデンブルク門（戦後写真と2018年）



写真27 ポツダム会議のチャーチル（左）、トルーマン（中央）とスターリン（右）

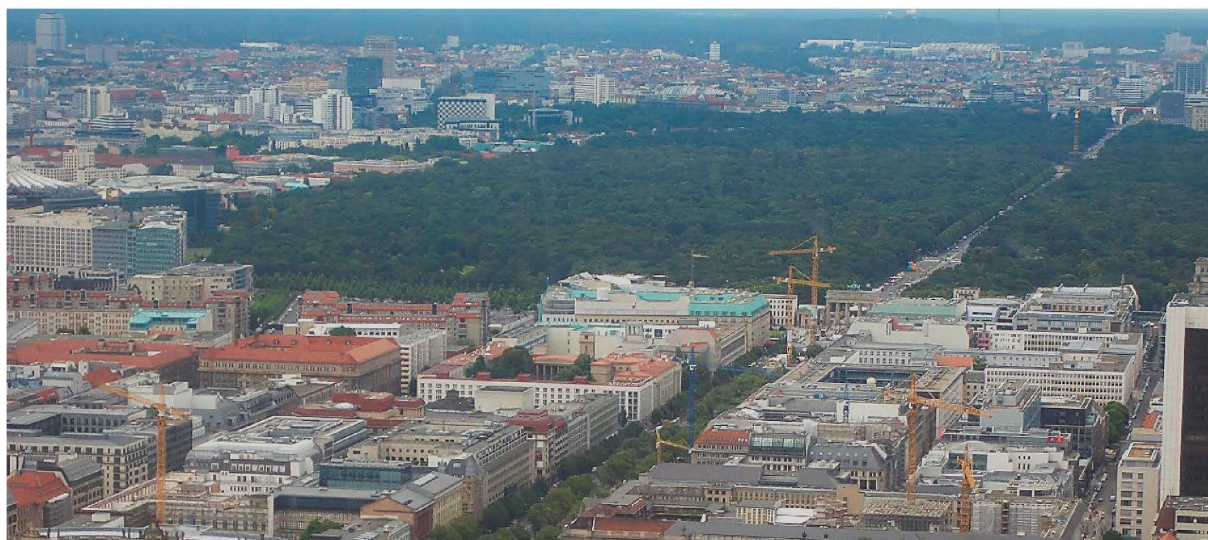


写真28 TVタワーから眺めるベルリンの街（2007年）：旧東ベルリン地区（手前）、ティーアガルテン緑地帯（中央）、旧西ベルリン中心街（遠方中央）、工事中のブランデンブルク門（中央右）



写真29 ペルガモン博物館（東ベルリン地区）



写真30 ペルガモン博物館内の巨大な遺跡の展示



写真31 ツア・レッテン・インスタンツ



写真32 ナポレオンが座ったと言われる暖炉前席

ります。ベルリン市内の交通には、バスや電車が便利です。ベルリン郊外のシャルロテンブルグ宮殿は、プロイセン国王の豪華な夏の別荘です。

ハイデルベルグは学生の街として有名ですが、ゲーテやショパンなどの詩人や芸術家が訪れたことでも知られています。ドイツ最古のハイデルベルグ大学は1386年創立です。ハイデルベルグ城（写真33）は丘の上の森の中に建っていますが、景色の良い哲学の道（Philosophenweg）は川を越えた城の反対側の丘の散策の山道で知られています。京都にも哲学の道という同名の桜並木の美しい通りがあるのを思い出します。

ミュンヘン（ミュニッック）はドイツ南部バイエルン（バ

ベリア）地方の首都で人気のある都市です。ここはドイツの山岳地帯の始まる場所で、“夢見るような美しい”ノイシュバンstein城やドイツアルプスの観光地ガーミッシュ・パーテンキルヘンに近く、オーストリア・アルプスの始まる地域です。

ミュンヘンのラットハウス（市庁舎）の仕掛け時計（写真34）は、人間と同じ大きさの複数の人形が一定時間になると音楽に合わせて回転して出場するのです。これを眺めるために多くの観光客が集まります。ドイツでは町の市庁舎の地下にはラーツケラーと呼ばれる酒場食堂があります。ここではワイン、ビールやドイツ料理を妥当な値段で楽しむことができます。



写真33 ハイデルベルグ城と街の家屋（景色の良い哲学の道から撮影）



写真34 ミュンヘンのラットハウス（市庁舎）と仕掛け時計



写真35 ドイツ博物館のレントゲン実験室



写真36 ホフ・ブロイハウス

ドイツ博物館では、レントゲンによるX線の発見に使用した実験器具の写真とモデル（写真35）があり、初期の自転車や飛行機など多くの興味ある展示があります。オクトーバーフェストはミュンヘンから始まったのですが、その中心はホフ・ブロイハウス（写真36）です。ここは16世紀からの王室の御用醸造所だったそうで、楽団もあり世界最大のビアホールと思います。ミュンヘン郊外に珍しい美人画ギャラリーのあるニンヘンブルグ城があります。ここは貴族の夏の離宮でしたが、宮廷画家が王の要請で描いた36点に及ぶ素晴らしい美人画が展示されています。

1990年ミュンヘンとオーストリアのインスブルックの中間にあるシュロス・エルモウという山岳地帯の巨大な山小屋のような国際会議場で、私はICRU委員の会議に参加しました。ホテルが満員だったので私と家族は近くの村のホテルに宿泊したのですが、ドイツ人のハーウィグ・パ

レッキ委員は「滞在中自由に使って下さい」と彼のベンツを貸してくれたのです。この申し出には驚きましたが、とても便利だったことに深く感謝したことがあります。このような好意は“誰もが容易にできることではない”と思いますが、ドイツ人を理解する経験の一つと感じています。

この記事の冒頭に“ドイツ人は日本人と似ているのか”との疑問を述べましたが、今まで私の経験から“ドイツ人は論理性が強くとても親切で素敵な人々”と思います。しかし日本人もドイツ人も個人差のあることに注意が必要です。

ドイツのソーセージは各地で色々な種類があり、ベルリンのソーセージ・スタンドでは好物を選ぶことができます。ニュルンベルグのレストランのメニューは特徴ある小さな（10センチ程）白ソーセージですが、とても美味しく、好きなだけお替りできます。ハイデルベルグの



写真37 ソーセージとロール・キャベツ

ソーセージとロールキャベツ（写真37）も美味しくいただけます。特徴あるドイツ料理のアイスバイン（写真38）は骨付き豚足料理で、マスタードやホース・ラディシで食べるのですが、大好物なのでドイツ訪問中には必ず賞味することになっています。

最後にドイツ語圏のオーストリアについて追加します。ウィーン大学のハーウィグ・イムホフ教授はシカゴ大学留学中に共同研究者でしたが、いつも“ドイツ語を喋る地域



写真38 ドイツ豚足料理アイスバイン

では”と表現するのに気がついていました。英語、スペイン語とポルトガル語以外では、同じ言葉を喋る主要国はドイツとオーストリアだけだと思います。ウィーンの中には見事なゴシック風シュテファン寺院があります。その公共広場から閲覧できる寺院の資料展示窓から、モーツアルトの日記には“今日16歳の若者が会いに来たが、彼の名はベートーベン”と書かれていました。

ローマ時代から続くイタリア

イタリアはローマ時代から続く国で、巨大な遺跡と驚くほどの文化遺産があります。イタリアの面積は日本の約80%で、人口は約6,000万人です。ローマ最大の建造物はコロセウム（写真39, 40）です。この施設は、格闘技や動物によるキリスト教徒迫害を行った場所で、巨大な構造物が現在も残っているのは驚きです。30年前と比べると、かなり修復が進んでいます。コロセウム（写真39）の右側には、ローマ時代の街の中心部の遺跡フォロ・ロマーノ（写真41）が保存されています。これらの遺跡やローマの街を眺めるには、ローマのランドマークと言われるヴィットリアーノ（写真42）からの眺望（写真39, 41, 43）が素晴らしいです。イタリアは日本と同様に多数の小国に分かれていたのですが、この巨大な大理石の建造物（写真42）は19世紀にイタリア統一の実現を記念して建設された記念碑です。

ローマの南には、カラカラ浴場跡が残っています。内部の部屋や浴場の構造はほとんど破壊されているため詳細はわかりませんが、若干の遺品と壁画が認識できます。ローマの郊外には、アッピア旧街道と呼ばれるローマ時代からの石の埋まった軍用道路があり、両側には大きな樹木が生えており規模の大きさと、さらに現在も残っている事実には驚きますが、2000年前ローマ兵士達の歩んだ道路と思

うと歴史を感じさせます。

ローマの西北には、イタリアとは独立のヴァチカン市国があります。その中心は、サン・ピエトロ大聖堂（写真44）と宮殿前広場（写真45）です。クリスマスなどで、ローマ法王が大聴衆と全世界のキリスト教徒を祝福することで知られています。巨大なヴァチカン宮殿博物館には、日本で有名なミロのビーナスとは異なり、“欧米では最も美しいと言われる”彫刻ピエタ（マリアの膝に横たわるキリスト）や他の彫刻があります。この見事なピエタが日本ではほとんど知られていないのは不思議な感じがします。さらに多くの素晴らしい絵画があるのですが、油絵ではなく、すべてモザイクでできていることには本当に驚きます。これは別世界の絵画として強烈な印象で、想像を絶するものでした。

ローマを世界的に有名にしたのは、ハリウッド映画「ローマの休日」（1954年、主演オードリー・ヘップバーンとグレゴリー・ペック）だと思います。ヨーロッパのある国の王女が宮殿を抜け出し、アメリカの新聞記者とのローマでの冒険とロマンスの物語ですが、映画史上最高の素晴らしい傑作だと思います。二人の冒険は最初スペイン広場（写真46）から始まり、トレヴィの泉（写真47）などローマの20カ所以上の名所旧跡をまわる観光を含んでいます。最後のコロナ宮（美術館）でのお別れは忘れられないシーンでした。現在DVDを入手できますが、ローマ



写真39 コロセウム（左）、フォロ・ロマーノの一部（右手前）およびローマ市東部と郊外の山（後方）：中央右の背の高い塔は映画「ローマの休日」に登場する石の彫刻“真実の口”のあるサンタ・マリア・コスメディン教会



写真40 コロセウムの内部：地下部分は動物檻

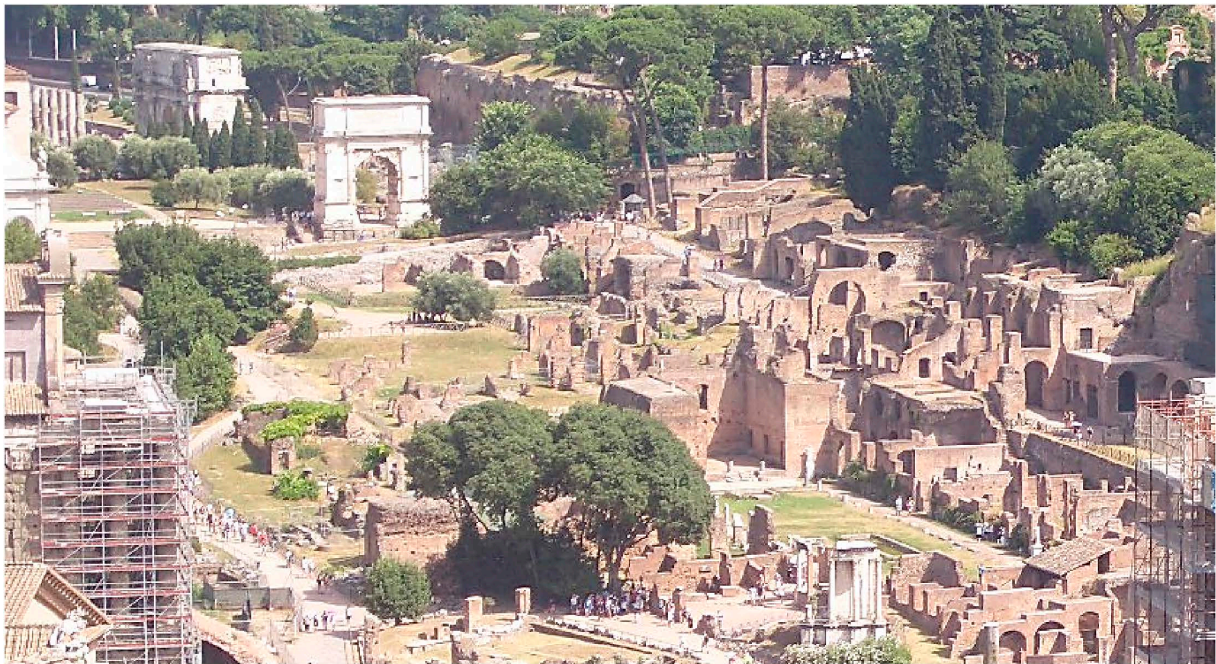


写真41 古代ローマの民主政治の中心フォロ・ロマーノ遺跡



写真42 ローマのランドマーク、ヴィットリアーノ



写真43 ローマ北部の街（右上端はスペイン広場の教会）

訪問前には必見の価値があります。

スペイン広場の界隈にはスタンダール、バルザック、ワグナーやリストなどの文豪や音楽家達が住んでいたそうで、階段の下には小綺麗な噴水があります。ローマにはたくさんの美しい噴水がありますが、ここから約500m南の有名なトレヴィの泉は“後ろ向きにコインを投げ入れると再びローマを訪れることができる”との言い伝えで、観光客が多いため写真撮影が困難なほどです。

フィレンツェ（フローレンス）は美の都ともいわれ、ルネッサンス（文芸復興）の中心でしたので、多くの美術工芸品や建造物があり著名な芸術家たちが活躍しました。この街の特徴ある建造物は、花の聖母教会ドゥオーモ・カテドラルと洗礼堂（写真48）です。フィレンツェの中心はシンヨーリア広場で、ミケランジェロの有名なダヴィデ像（写真49）があります。絶対見逃すことができないと言わ

れるウッフィツィ美術館には、レオナルド・ダ・ヴィンチ、ミケランジェロ、ボッティチェリの「春」等の多数の名画作品が展示されています。この美術館の3階の窓からヴェッキオ橋の貴金属商店（写真50）が眺められますが、世界でも珍しい橋の上の高級店街です。フィレンツェのシンボルはライオンですが、ランツィのロジgiaと呼ばれる屋外彫刻ギャラリーにはユーモアを感じる“笑う”ライオン（写真51）があります。世界中に多数のライオン彫刻がありますが、このようなライオンは極めて珍しいと思います。フィレンツェ郊外の丘陵地域には、高い塀で囲まれた王侯貴族の素晴らしい広大な屋敷が残っており、2007年にはICRUの会議に利用されました。イタリアには、このように一般公開されていない素晴らしい施設が多数あると推測できます。

ピサは斜塔とドゥオーモ聖堂（写真52）で有名です。



写真44 ヴァチカンのサン・ピエトロ大聖堂

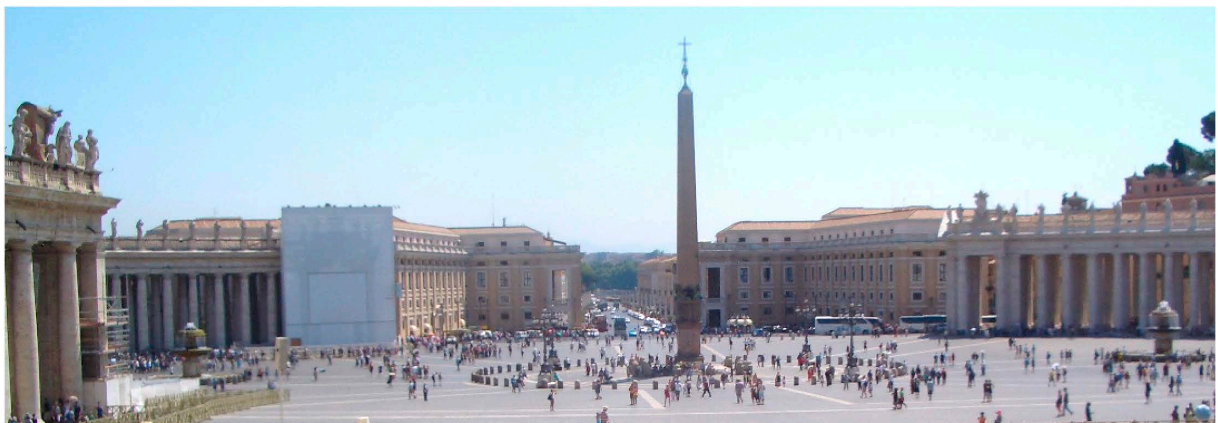


写真45 ヴァチカン宮殿前広場



写真46 スペイン広場とトリニタ・ディ・モンティ教会

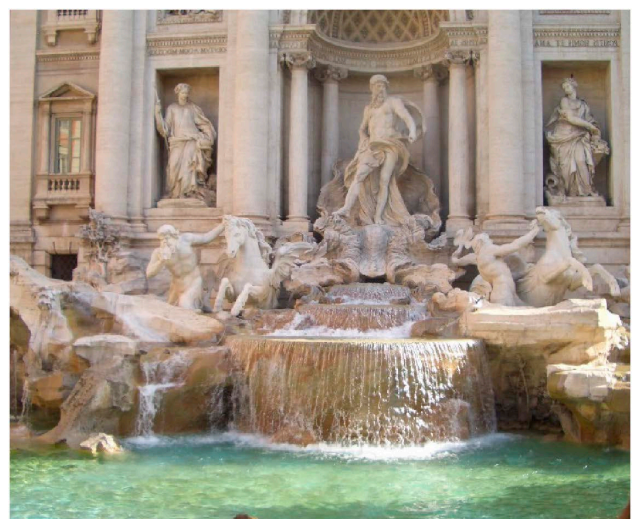


写真47 1762年完成のトレヴィの泉



写真48 フィレンツェのドゥオーモと洗礼堂

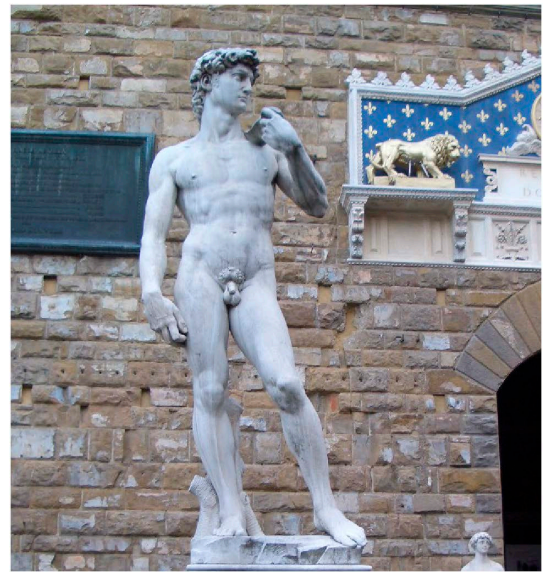


写真49 ミケランジェロのダヴィデ像

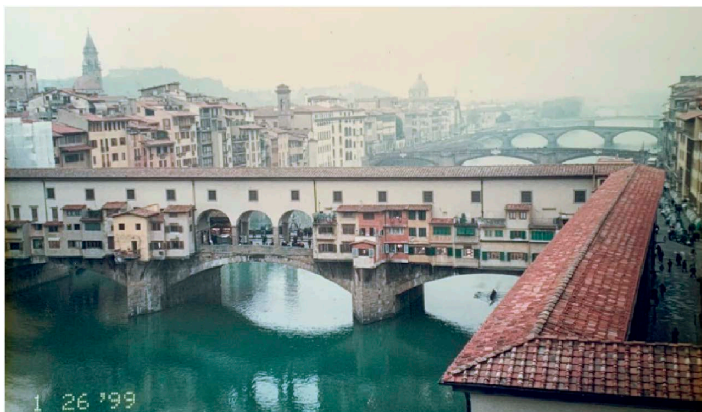


写真50 ヴェッキオ橋の貴金属商店街（ウフィツィ美術館3階から撮影）



写真51 ランツィのロτζジャの屋外彫刻（風変りな“笑う”ライオン）



写真52 ピサの斜塔とドゥオーモ聖堂

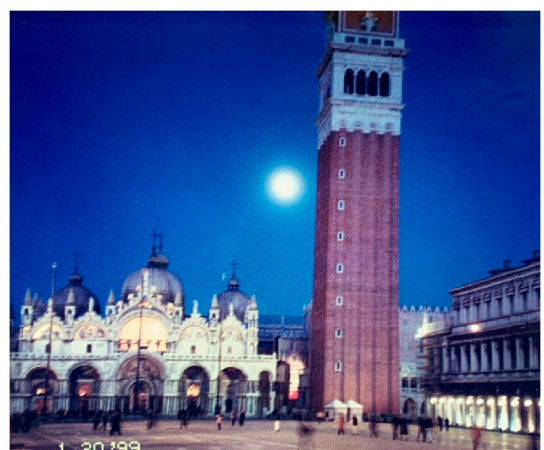


写真53 ベネツィアのサン・マルコ広場（満月の冬の夜）

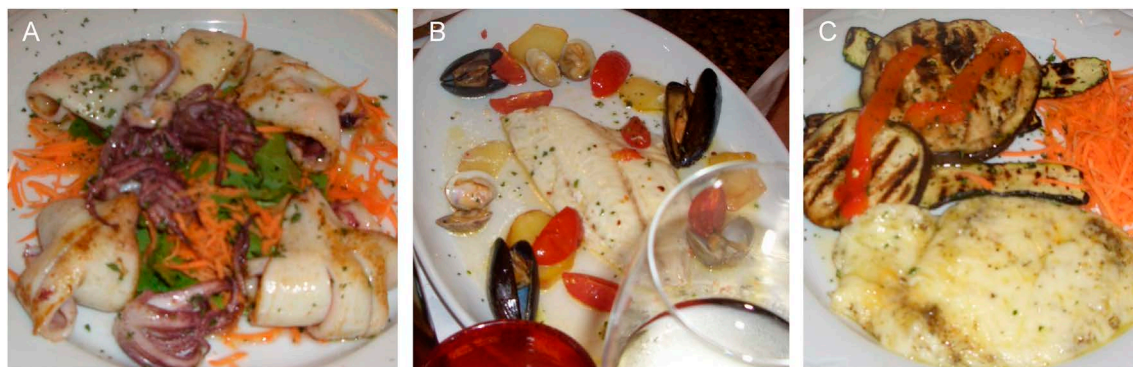


写真54 (A) (B) (C)イタリアの海鮮料理

1590年頃、この斜塔から重量の異なる物体を落下させ、落下スピードは質量によらないことを証明したのは近代科学の父と呼ばれるガリレオ・ガリレイです。さらにガリレオは望遠鏡も発明しています。1990年代にピサ大学物理学で「コンピュータ支援診断の開発」について私の講演では“ガリレオの実験の行われたピサ大学で講演できることは大変名誉に感じます”と始めたのです。その後、2012年には国際会議CARSがピサで開催され家族で訪問し、前回と同じレストランで海鮮料理を堪能しました。

ヴェネツィア（ベニス）は、世界で唯一の水の都として知られています。家屋と石の道路や橋は徒歩で利用できますが、町の大部分は海水面下ですので、多くの市内交通はゴンドラやモーターボートを利用します。ゴンドラでの市内観光は、他では経験できない素晴らしいものです。ヴェネツィアの中心は、サン・マルコ寺院前の広場（写真53）です。この広場は水位の高い満潮時には、最近水浸しになるそうです。

この街では、アドリア海からの新鮮な海鮮料理（写真54）が豊富です。アメリカでは、和食を含んだ諸外国料理に人気がありますが、最も多い外国レストランは、ピザやパスタと海鮮料理や肉料理も含んだイタリア料理店です。米国のイタリア料理は、カフェテリアから高級レストランまでかなりの幅があります。この状況は、イタリアにおいてもほぼ同様と感じます。しかし、米国の日本料理は、残念ながら日本のものとは比較にならないと思います。

シカゴ通信・バックナンバー

1. 世界の高層建築—パナマシティ、香港、ドバイ。医学物理41: 68-72, 2021
2. 高層建築のない世界—バルト3国、コスタリカ、アイルランド、ペルーの古代インカ、古代エジプト。医学物理41: 166-176, 2021
3. 世界の島国—ニュージーランド、インドネシア、タヒチ、バルカン半島諸国。医学物理41: 201-213, 2021
4. 世界に誇れるスイスの素晴らしい山岳。医学物理42: 55-62, 2022
5. 民主主義の歴史を持つギリシャと神秘的なインド。医学物理42: 110-120, 2022
6. ベトナム、カンボジア、ポーランド、アラスカ。医学物理42: 182-199, 2022
7. ポルトガル、ハンガリー、南アフリカ、タイランド。医学物理42: 215-230, 2022
8. チリ、グアム島、チェコ、アルゼンチン。医学物理43: 26-42, 2023
9. スペイン、フランス、ドイツ、イタリア。医学物理43: 59-78, 2023

予告

英国、中国、アリゾナ。医学物理43(3)最終回掲載予定、2023

土井邦雄^{1,2}

¹ シカゴ大学

² 群馬県立県民健康科学大学

Kunio Doi^{1,2}

¹ The University of Chicago

² Gunma Prefectural College of Health Sciences

*E-mail: k-doi@uchicago.edu

編集後記

土井名誉会員に連載コラムをご執筆いただいておりますが、本号の記事において次回が最終回との予告に触れました。後世に残る本学会の記事として何ものにも代えがたい大変に素晴らしい企画であり、多くの読者からもご好評をいただいておりますが、これは当初ご執筆をお願いしたときからのお話であることを申し添えたいと存じます。

(編集委員長 長谷川智之)

Japanese Journal of Medical Physics

Editorial Board

T. Hasegawa (Chief)
Y. Anetai
F. Araki
R. Kohno
T. Sakae
S. Sato
S. Sugimoto
Y. Takahashi
A. Nohtomi
M. Hashimoto
T. Fujisaki
T. Magome
N. Matsufuji
Y. Mori
T. Yamada
H. Watabe

JSMP Secretariat:

c/o International Academic Publishing, Co., Ltd., 358-5
Yamabukicho, Shinjuku-ku, Tokyo 162-0801, Japan
TEL: 03-6824-9384 FAX: 03-5227-8631

JSMP Editorial Office:

c/o International Academic Publishing, Co., Ltd., 332-6
Yamabuki-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 162-0801, Japan
TEL: 03-6824-9363 FAX: 03-5206-5332

ISSN: 1345-5354

Japanese Journal of Medical Physics [JJMP] is published four times per annual volume by the Japan Society of Medical Physics.

JJMP is indexed in Index Medicus and MEDLINE on the MEDLARS system.

医学物理

編集委員長

長谷川智之 (北里大学)

編集委員

姉帯 優介 (関西医科大学)
荒木 不次男
河野 良介 (国際医療福祉大学)
榮 武二 (筑波大学)
佐藤 清香 (エレクトラ)
杉本 聡 (順天堂大学)
高橋 豊 (医薬品医療機器総合機構)
納富 昭弘 (九州大学)
橋本 成世 (北里大学)
藤崎 達也 (茨城県立医療大学)
馬込 大貴 (駒澤大学)
松藤 成弘 (量子科学技術研究開発機構)
森 祐太郎 (筑波大学)
山田 崇裕 (近畿大学)
渡部 浩司 (東北大学)

公益社団法人日本医学物理学会事務局:

〒162-0801 東京都新宿区山吹町358-5
(株) 国際文献社内
TEL: 03-6824-9384 FAX: 03-5227-8631

公益社団法人日本医学物理学会編集事務局:

〒162-0801 東京都新宿区山吹町332-6
(株) 国際文献社内
TEL: 03-6824-9363 FAX: 03-5206-5332

ISSN: 1345-5354

本誌は年1巻とし、1号、2号、3号及び4号として発行します。

本誌の研究論文、資料、特集のレポート等はMEDLINEで検索できます。

賛 助 会 員 名

エ レ ク タ 株 式 会 社	東 洋 メ デ ィ ッ ク 株 式 会 社
株 式 会 社 応 用 技 研	長 瀬 ラ ン ダ ウ ア 株 式 会 社
加 速 器 エ ン ジ ニ ア リ ン グ 株 式 会 社	ユ ー ロ メ デ ィ テ ッ ク 株 式 会 社
住 友 重 機 械 工 業 株 式 会 社	公 益 社 団 法 人 日 本 生 体 医 工 学 会
株 式 会 社 千 代 田 テ ク ノ ル	R T Q M シ ス テ ム 株 式 会 社
株 式 会 社 通 商 産 業 研 究 社	株 式 会 社 日 立 製 作 所

目 次

解 説

Radiological Physics and Technology 誌（英語論文誌）の現況報告

納富昭弘 45

〈RPT 誌特集〉

表彰報告

2022 年度 RPT 誌土井賞（優秀論文賞）・MCA・優秀査読者賞表彰の報告

納富昭弘 48

論文紹介

RPT 誌土井賞受賞論文：ホウ素中性子捕捉療法の品質保証のためのホウ素添加液体シンチレータを用いたホウ素中性子捕獲反応の初めての光学的観測

納富昭弘, 前田英哉, 坂本直哉, 若林源一郎, 高田卓志, 櫻井良憲 50

RPT 誌土井賞受賞論文：スパースビュー・マイクロ CT の 3 次元投影データを対象としたパッチベースのアーチファクト除去手法

岡本尚之, 熊切俊夫, 羽石秀昭 51

RPT 誌土井賞受賞論文：頭部 PET のためのマーカレスおよびキャリブレーションレスな体動補正手法

岩男悠真, 赤松 剛, 田島英朗, 高橋美和子, 山谷泰賀 52

最近の RPT 誌レビュー論文から：循環器用透視診断装置の自動輝度調整・露出機構に関する概説

市田隆雄 53

開催報告

第 125 回日本医学物理学会学術大会における JSMP 実行委員会企画

「若手で医学物理について語りませんか？」

田中創大, 伊良皆拓, 金城優志, 恒田雅人, 平島英明, 笠松幸生, 大田朝宏,
小川柊太, 加藤雅貴, 坂井まどか 54

施設紹介

東京女子医科大学大学院医学物理士養成コースの紹介

金井貴幸, 李 基羽, 羽生裕二, 栗林茂彦, 橋本弥一郎, 唐澤久美子 56

連載コラム：シカゴ通信

スペイン, フランス, ドイツ, イタリア

土井邦雄 59

編集後記

【複写される方へ】

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(社) 日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の方でない限り、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3階 一般社団法人 学術著作権協会
FAX: 03-3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

著作物の転載・翻訳のような、複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。