ISSN　2435-3329

フロンティア理工学研究所

研　究　報　告

The Bulletin of Research Institute of Frontier Science and Technology

第 3 号

口絵……1
藤井なり美・赤司治夫：5,15-bis(2,3,5,6-tetrafluoro-4-(dimethylamino)phenyl)-10,20-bis(pentafluorophenyl)porphyrinの構造解析……3
福江紘幸・岡野忠之・黒岩雅英・國次真輔・太田裕己・米澤　健・中谷達行：高周波-大電力パルススパッタリング法を用いたDLC成膜における放電特性と薄膜特性の関係……9
金枝敏明・中谷達行・寺野元規・平野博之：骨用ドリルの穿孔性能に及ぼす刃先形状ならびにDLCコーティングの影響……13
蜂谷和明・青木宏之：金属板表面上へのエチレングリコールの吸着の誘電分散を用いた測定……17
牧　祥・初田泰敏・石坂敏彦・今泉　忠・岡太彬訓：抗生剤耐性菌の交叉耐性率の類似性に関する多次元尺度構成法：Nonmetric Asymmetric Multidimensional Scalingによる試み……21
矢城陽一朗：HIV-1プロテアーゼと阻害薬の複合体に対するFMO計算—IFIE解析による活性相関に重要なアミノ酸残基の特定—……25
橋本真悟・岩井良輔：細胞の自己凝集化技術を用いた毛細管様構造を有する球状細胞組織体の作製……29
Tetsumaru ITAYA and Hironobu HYODO：Cosmogenic ^{39}Ar in extraterretrial materials: Application to ^{40}Ar/^{39}Ar dating……33
佐藤成修・今山武志・Dutta Dripta：北西インドNidarオフィオライト層火成岩類の角閃石化学組成とその累帯構造……37
西村敬一：岡山平野における昭和南海地震による被害と要因の再検討—「ゆれやすさマップ」改善の試み—……43
猶原　順・林　愿：土壌から農産物への元素移行係数の算出……49
畠山唯達：考古地磁気方位データベースの現状について……55
岡山理科大学フロンティア理工学研究所について構成員・研究所規定・別館共同利用・別館共同利用規定……59
フロンティア理工学研究所2021年度コロキウム「異分野連携による新しいバイオインフォマティクス獣医療データの積極活用と情報サイエンスの開拓・応用」……65
第３回OUSフロンティアセミナー（開催予定）「デジタルでお宝発掘！？～データマイニングが導く持続可能社会～」……66
OUSフロンティアセミナー開催記録……67
令和３年度「夏休み親子自然観察教室」実施報告……69
令和３年度「フロンティア理工学研究所ジオセミナー」活動記録……71
学術論文・著書，学会発表，特許，受賞および社会貢献活動……81

岡　山　理　科　大　学
2021 年 12 月
Okayama University of Science
Okayama, Japan
December, 2021

ISSN 2435-3329

The Bulletin of Research Institute of Frontier Science and Technology

No.3

CONTENTS

Pictorial 1

Narimi FUJII and Haruo AKASHI:
X-ray structure determination of 5,15-bis(2,3,5,6-tetrafluoro-4-(dimethylamino)phenyl)-10,20-bis(pentafluorophenyl)porphyrin 3

Hiroyuki FUKUE, Tadayuki OKANO, Masahide KUROIWA, Shinsuke KUNITSUGU, Hiroki OOTA, Ken YONEZAWA and Tatsuyuki NAKATANI:
Relationship between discharge characteristics and thin film properties in DLC film deposition using high frequency-high power impulse magnetron sputtering method 9

Toshiaki KANEEDA, Tatsuya NAKATANI, Motoki TERANO, Hiroyuki HIRANO:
Effects of tool edge geometry and DLC coating on bone drill performance 13

Kazuaki HACHIYA, Hiroyuki AOKI:
Dielectric Approach to Adsorption of Ethylene Glycol on Metal Plate Surface 17

Syou MAKI, Yasutoshi HATSUDA, Toshihiko ISHIZAKA, Tadashi IMAIZUMI, Akinori OKADA:
Multidimensional scaling on the similarity of cross-resistance of antibiotic-resistant bacteria: Attempt by the method of Nonmetric Asymmetric Multidimensional Scaling 21

Yoichiro YAGI: FMO calculations on complexes of HIV-1 protease and its inhibitors: identification of amino acid residues important to activity relationship of HIV-1 protease by IFIE analysis 25

Shingo HASHIMOTO and Rysuke IWAI:
Preparation of multicellular spheroids having endothelial capillary-like structures using cell self-aggregation technology 29

Tetsumaru ITAYA and Hironobu HYODO:
Cosmogenic ^{39}Ar in extraterretrial materials: Application to ^{40}Ar/^{39}Ar dating 33

Akinori SATO, Takeshi IMAYAMA, Dripta DUTTA:
Chemical composition and zoning of amphibole from igneous rocks of the Nidar Ophiolite in northwestern India 37

Keiichi NISHIMURA: Re-examination of the damage distribution and its causative factors in the reclaimed lands of the Okayama Plain during the 1946 Nankai earthquake to improve the seismic shakability map 43

Jun NAOHARA and Yuan LIN:
Calculation of transfer coefficients of elements from soil to agricultural products 49

Tadahiro HATAKEYAMA: Current status of archaeomagnetic data in Japan 55

About IFST, OUS 59

Institute of Frontier Science and Engineering Colloquium 2021 65

The 3rd OUS Frontier Seminar 66

Record of the OUS Frontier Seminar 67

Report on Summer School with Parents in Hiruzen 69

Report on the OUS Geoseminar 71

List of publications, presentations, awards and social activity 81

Okayama University of Science

Okayama, Japan

December, 2021

済州島玄武岩のパホイホイ溶岩における縄状構造　（済州島，韓国）

韓半島から南に約90kmに位置する済州島は，第四紀のアルカリ火山岩類から主に構成される．写真は，済州島火山から流れ出た玄武岩質のパホイホイ溶岩で，その表面は縄がたくさん集ったような状態に冷え固まっている縄状構造を示す．縄状構造は左側にゆるく湾曲しており，溶岩が右から左へと流れて固まった様子がわかる．

（写真・文　今山武志）

5,15-bis(2,3,5,6-tetrafluoro-4-(dimethylamino)phenyl)-10,20-bis(pentafluorophenyl)porphyrinの構造解析

藤井　なり美・赤司　治夫

岡山理科大学フロンティア理工学研究所

2021年12月15日受理

5,15-bis(2,3,5,6-tetrafluoro-4-(dimethylamino)phenyl)-10,20-bis(pentafluorophenyl)porphyrin(**H_2TFPP-(NMe_2)$_2$**)の単結晶を用いて，その結晶構造を明らかにした．結晶学的データは次の通り: crystal system monoclinic, space group $P2_1/c$ (#88), Lattice parameters; a = 13.5839(4) Å, b = 11.4816(3) Å, c = 16.0057(6) Å, V = 2460.20(14) Å^3, Z = 2, $R1$ = 0.0933, wR = 0.2437. **H_2TFPP-(NMe_2)$_2$**は，**H_2TFPP**のポルフィリン環に結合している４つのペンタフルオロフェニル基のうち，対面した2つが，テトラフルオロ−N,N−ジメチルアニリンに置換された構造をとっている．

1. Introduction

我々は，フッ素化ポルフィリン5,10,15,20-tetrakis(pentafluorophenyl) porphyrin(=**H_2TFPP**)，およびフッ素化クロリン5,10,15,20-tetrakis (pentafluorophenyl(*N*-methyl) iminomethano)chlorin)(=**H_2TFPC**)等の光機能性を有する有機化合物やそれらの誘導体を合成し，それらの応用に関する研究を行ったり，合成した有機分子を配位子とする金属錯体の合成と機能性に関する研究を行ったりしている．例えば，**H_2TFPC**に糖を連結した水溶性のフッ素化クロリン誘導体が，先端癌治療法として注目を集めている光線力学療法の光増感剤として優れた特性（腫瘍細胞に選択的に取り込まれること，可視光の照射により，腫瘍細胞に対する強い細胞毒性を発現すること，また暗所においては毒性を発現しないこと等）を有していることを報告したり，[1] **H_2TFPC**を配位子とする亜鉛錯体が，空気中の酸素を酸化剤とするアミンの光酸化反応の触媒となることを報告したりしている．[2]

本論文では，5,15-bis(2,3,5,6-tetrafluoro-4-(dimethylamino)phenyl)-10,20-bis(pentafluorophenyl) porphyrin(**H_2TFPP-(NMe_2)$_2$**)の単結晶構造解析の結果を報告する．**H_2TFPP-(NMe_2)$_2$**は，**H_2TFPP**の４つのペンタフルオロフェニル基のうち，対面する位置にあるペンタフルオロフェニル基のパラ位のフッ素原子をジメチルアミノ基に置換した配位子である．

2. Experiemental

H_2TFPPをDMF中で還流して得られた赤色粉末を，クロロホルム/DMSOより再結晶して，赤色板状結晶を得た．この結晶をFOMBLIN OILでコーティングし，Cryoloop(HAMPTON RESEARCH社製)に固定した．測定は，Rigaku Saturn724自動X線回折計上で，Graphite monochromatorにより単色化したMoKα線を用いて行った．測定中は，吹付低温装置を用いて，結晶を-180℃に保った．構造解析は直接法(SHELXL)[3]を用いて初期構造を決定した後，Full matrix最小二乗法とD合成を繰り返し，水素原子を除くすべての原子位置を決定した．水素原子は，幾何学的計算(C-H 0.95 Å)によりその位置を決定した後，riding model (水素原子が結合している炭素原子に対して，U_{iso}(H) = 1.2U_{eq})を用いて原子位置の精密化を行った．最終的に行ったD合成の結果から，化学的に意味のあるピークは発見されなかった．すべての計算はProgram package Olex^{2}を用いて行った．[4]

3. Results and discussion

今回，単結晶構造解析に用いた**H_2TFPP-(NMe_2)$_2$**の単結晶（赤色板状）は，**H_2TFPP**をDMF中で還流して得られた赤色粉末を，クロロホルム/DMSOから再結晶して合成した．[5]

H_2TFPP-(NMe_2)$_2$の結晶学的パラメーターおよび結晶精密化のパラメーターをTable 1に示した．

H_2TFPP-(NMe_2)$_2$では，**H_2TFPP**の４つのペンタフルオロフェニル基のうち，対面する２つのペンタフルオロフェニル基のパラ位のフッ素原子がジメチルアミノ基で置換された構造を取っていることが明らかになった．**H_2TFPP-(NMe_2)$_2$**の構造をFigure 1に示した．また，この構造解析の結果，今回の構造解析に用いた

H_2TFPP-$(NMe_2)_2$の結晶には，再結晶に用いたジメチルスルホキシドの分子が**H_2TFPP-$(NMe_2)_2$**の１分子あたり２分子，結晶構造中に含まれていることが明らかになった．

H_2TFPPの４つのペンタフルオロフェニル基すべてにジメチルアミノ基を導入した5, 10, 15, 20-tetrakis (2,3, 5, 6-tetrafluoro-4-(dimethylamino)phenyl)-porphyrin (= **H_2TFPP-$(NMe_2)_4$**) の構造はSomanらによって報告されている．[6] **H_2TFPP-$(NMe_2)_2$**の構造を，**H_2TFPP-$(NMe_2)_4$**の構造と比較しても，それらの構造に大きな差はなかった．すなわち，部分的にジメチルアミノ基を導入しもポルフィリン環の構造はほとんど変化しない．

H_2TFPP-$(NMe_2)_2$のポルフィリン環の中心に結晶学的２回回転軸が存在しているため，Figure 1に示した原子の半分のみが結晶学的に独立な原子であり，対称操作により発生した原子には元素名のラベルの右肩に１を付して対称操作を示している．水素を除く各原子の座標および，原子変位パラメーター (Atomic coordinates and B_{eq}) をTable 2，水素を除く各原子の異方性原子変位パラメーター (Anisotopic displacement parameters) をTable 3に示した．各原子間の結合距離をTable 4 (Bond lengths (Å))，結合角をTable 5 (Bond angles (°))にそれぞれまとめた．水素原子の座標および，原子変位パラメーター (Hydrogen atomic coordinates and B_{eq}) をTable 6に示した．

4. References

1) K. Moriwaki, T. Sawada, M. Akiyama, A. Ikeda, J. Kikuchi, T. Matsumura, S. Yano, H. Kataoka, M. Inoue, and H. Akashi, *Bull. Chem. Soc. Jpn*., **2018**, *91*, 230-236.
2) K. Marui, A. Nomoto, H. Akashi, A. Ogawa, *Synthesis* **2016**, 48(1), 31-42.
3) Sheldrick, G. M., Acta Cryst., **2008**, A64, 112-122.
4) Dolomanov Oleg V., Bourhis Luc J., Gildea Richard J., Howard Judith A. K., Puschmann Horst, **2009**, *J. Appl. Cryst*., 42(2), 339-341.
5) 藤井なり美, **2020**, *岡山理科大学理学研究科化学専攻修士論文*.
6) R. Soman, S. Sujatha, S. De, Vallyanga C. R., P. Parameswaran, B. Varghese, C. Arunkumar, *Eur. J. Inorg. Chem*., **2014**, 2014(16), 2653-2662.

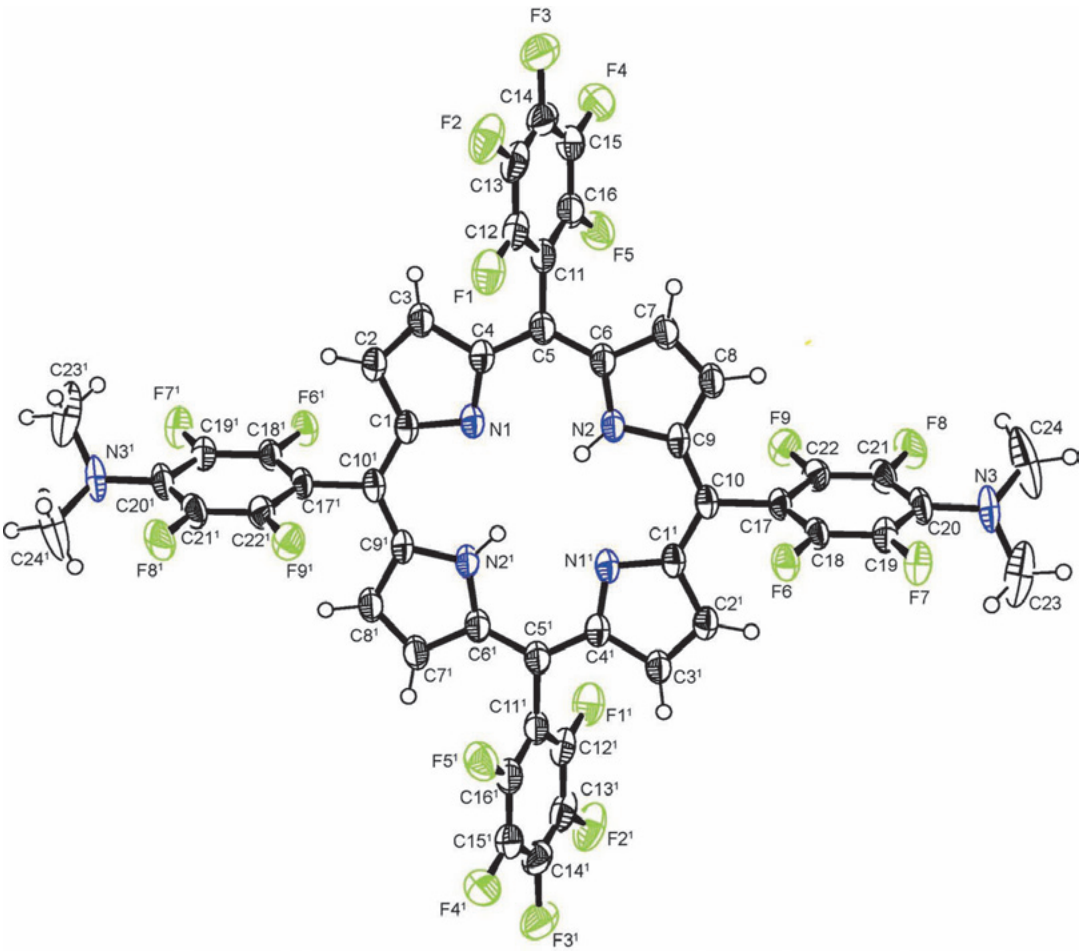


Figure 1. ORTEP drawing of **H_2TFPP-$(NMe_2)_2$**. Solvent molecules are omitted for clarity. The thermal ellipsoids are shown at 50% probability level. Symmetry cords: (1) –x+1, -y+1, -z+1.

Table 1. Crystal data and structure refinement parameters for **H_2TFPP-(NMe_2)$_2$**.

Empirical formula	$C_{52}H_{34}F_{18}N_6O_2S_2$
Formula weight	1180.97
Temperature/K	93
Crystal system	monoclinic
Space group	$P2_1/c$
a/Å	13.5839(4)
b/Å	11.4816(3)
c/Å	16.0057(6)
β/°	99.760(3)
Volume/Å^3	2460.20(14)
Z	2
μ/mm^{-1}	0.227
F(000)	1196.0
Crystal size/mm^3	0.07 × 0.05 × 0.04
Radiation	Mo Kα (λ = 0.71073)
2Θ range for data collection/°	4.388 to 63.098
Index ranges	$-19 \leq h \leq 18$, $-16 \leq k \leq 16$, $-23 \leq l \leq 23$
Reflections collected	46940
Independent reflections	7856 [R_{int} = 0.0410, R_{sigma} = 0.0267]
Data/restraints/parameters	7856/0/365
Goodness-of-fit on F^2	1.030
Final R indexes [I>=2σ (I)]	R_1 = 0.0933, wR_2 = 0.2437
Final R indexes [all data]	R_1 = 0.1243, wR_2 = 0.2656
Largest diff. peak/hole / e Å^{-3}	1.01/-1.21

Table 2. Fractional Atomic Coordinates (× 10^4) and Equivalent Isotropic Displacement Parameters (Å^2 × 10^3).

Atom	***x***	***y***	***z***	**U(eq)**
S(1)	10026.4(11)	6480.0(12)	7375.6(8)	81.1(5)
O(1)	10156(2)	7679(3)	7735.7(19)	60.5(7)
C(25)	10889(6)	5550(5)	8038(4)	104(2)
C(26)	8930(6)	5871(7)	7694(4)	126(3)
F(1)	3952.5(16)	2579(2)	7652.5(16)	58.9(6)
F(2)	3985.6(18)	1995(2)	9282.6(19)	71.9(7)
F(3)	5229(2)	3134(2)	10547.4(16)	74.1(8)
F(4)	6474.3(19)	4793(2)	10131.8(15)	68.0(7)
F(5)	6433.1(15)	5385(2)	8506.9(15)	57.9(6)
F(6)	7869.1(12)	1674.3(16)	4252.2(12)	43.0(4)
F(7)	9736.1(14)	974.1(19)	4344.8(15)	55.1(5)
F(8)	10842.8(14)	4350(2)	5945.7(15)	58.6(6)
F(9)	8995.5(14)	4997.6(19)	5858.3(13)	51.0(5)
N(1)	4114.1(17)	5275(2)	5880.7(17)	37.7(5)
N(2)	6074.9(17)	4253(2)	5926.5(17)	37.8(5)
N(3)	11344.4(19)	2209(3)	5155(3)	61.7(9)
C(1)	3188.4(19)	5776(3)	5760(2)	35.7(6)
C(2)	2780(2)	5789(3)	6535(2)	39.5(6)
C(3)	3467(2)	5285(3)	7134(2)	41.6(7)
C(4)	4291(2)	4955(3)	6713(2)	38.5(6)
C(5)	5143(2)	4365(3)	7116(2)	41.2(7)
C(6)	5965(2)	4049(3)	6745(2)	40.4(6)
C(7)	6843(2)	3460(3)	7143(2)	45.3(7)
C(8)	7458(2)	3332(3)	6562(2)	43.5(7)
C(9)	6972.5(19)	3815(3)	5783(2)	37.3(6)
C(10)	7323.5(19)	3809(3)	5019(2)	35.5(6)
C(11)	5183(2)	4015(3)	8020(2)	42.6(7)
C(12)	4574(2)	3138(3)	8246(2)	47.3(8)
C(13)	4595(3)	2831(3)	9095(3)	54.1(9)

C(14)	5228(3)	3395(3)	9722(2)	53.2(9)
C(15)	5849(3)	4241(4)	9519(2)	52.6(9)
C(16)	5819(2)	4542(3)	8678(2)	47.1(8)
C(17)	8359.9(18)	3367(3)	5047.4(19)	35.6(6)
C(18)	8601.8(19)	2354(3)	4668.3(19)	36.5(6)
C(19)	9576(2)	1997(3)	4707(2)	42.2(7)
C(20)	10385(2)	2636(3)	5137(2)	46.3(8)
C(21)	10135(2)	3639(3)	5523(2)	44.3(7)
C(22)	9162(2)	3987(3)	5484(2)	40.5(6)
C(23)	11674(4)	2051(6)	4338(5)	105(2)
C(24)	12164(3)	2695(5)	5804(5)	111(3)

$Beq = 8/3\ \pi^2(U_{11}(aa^*)^2 + U_{22}(bb^*)^2 + U_{33}(cc^*)^2 + 2U_{12}(aa^*bb^*)\cos\gamma + 2U_{13}(aa^*cc^*)\cos\beta + 2U_{23}(bb^*cc^*)\cos\alpha)$

Table 3. Anisotropic Displacement Parameters ($Å^2 \times 10^3$).

Atom	U_{11}	U_{22}	U_{33}	U_{23}	U_{13}	U_{12}
S(1)	95.4(9)	89.8(9)	68.2(7)	-37.0(6)	42.7(6)	-56.5(7)
O(1)	49.5(14)	62.4(16)	68.1(17)	-16.5(14)	5.9(12)	-10.5(12)
C(25)	175(7)	53(3)	107(4)	9(3)	88(5)	4(3)
C(26)	139(6)	167(7)	85(4)	-47(4)	52(4)	-112(6)
F(1)	42.6(10)	53.0(12)	83.3(16)	1.2(11)	16.7(10)	-5.4(9)
F(2)	61.7(14)	55.9(13)	109(2)	27.5(13)	46.2(14)	12.0(11)
F(3)	89.5(18)	76.4(16)	63.9(14)	24.7(12)	34.7(13)	42.4(14)
F(4)	62.7(14)	83.1(17)	55.4(13)	-5.8(12)	1.7(11)	17.2(12)
F(5)	41.6(10)	67.2(14)	62.1(13)	5.3(11)	1.1(9)	-8.0(10)
F(6)	28.3(8)	43.3(10)	55.6(11)	-7.4(8)	1.5(7)	-3.3(7)
F(7)	37.4(9)	49.9(11)	79.0(15)	-2.4(10)	13.1(9)	10.9(8)
F(8)	28.7(9)	75.6(15)	66.8(13)	-2.2(11)	-5.7(8)	-16.8(9)
F(9)	38.3(9)	56.2(12)	58.0(12)	-15.6(9)	7.2(8)	-11.4(8)
N(1)	22.8(10)	41.3(13)	48.4(14)	2.8(11)	4.8(9)	0.6(9)
N(2)	23.9(10)	42.5(13)	47.0(14)	4.9(11)	5.8(9)	5.0(9)
N(3)	19.6(11)	70(2)	93(2)	4.5(18)	2.7(13)	12.6(12)
C(1)	22.4(11)	35.5(14)	48.8(16)	-2.8(12)	4.7(10)	-1.7(10)
C(2)	25.3(12)	44.0(16)	49.5(16)	-3.3(13)	7.5(11)	0.2(11)
C(3)	27.8(12)	47.8(17)	48.8(17)	1.4(13)	5.8(11)	2.8(11)
C(4)	25.4(12)	42.4(15)	47.9(16)	0.2(13)	6.3(11)	-0.7(10)
C(5)	29.0(13)	45.4(16)	48.8(17)	4.7(13)	5.8(11)	3.7(11)
C(6)	27.3(12)	44.5(16)	49.4(17)	5.9(13)	6.8(11)	3.6(11)
C(7)	29.4(13)	54.2(19)	52.5(18)	12.4(15)	7.0(12)	7.7(12)
C(8)	26.1(12)	51.1(17)	53.1(18)	7.8(14)	6.2(11)	5.3(12)
C(9)	20.2(11)	40.6(14)	51.2(16)	1.5(12)	5.7(10)	0.7(10)
C(10)	20.8(10)	36.0(13)	49.0(16)	-1.2(12)	3.6(10)	-0.8(9)
C(11)	28.1(12)	48.1(17)	52.6(18)	9.4(14)	9.6(12)	8.1(12)
C(12)	33.2(14)	44.7(17)	68(2)	6.5(15)	19.0(14)	8.0(12)
C(13)	45.1(17)	44.8(18)	80(3)	17.1(17)	31.7(17)	16.5(14)
C(14)	57(2)	55(2)	51.9(19)	12.6(16)	21.3(16)	26.1(17)
C(15)	43.5(17)	61(2)	54(2)	2.4(17)	8.9(15)	20.5(16)
C(16)	32.9(14)	53.2(19)	56.0(19)	7.9(15)	9.5(13)	7.1(13)
C(17)	18.6(10)	43.6(15)	43.7(15)	0.4(12)	2.9(9)	-1.6(10)
C(18)	21.1(11)	44.2(15)	42.9(15)	1.8(12)	2.0(10)	-0.4(10)
C(19)	28.3(12)	45.0(16)	53.7(18)	4.4(14)	8.7(12)	5.7(11)
C(20)	19.9(11)	57.1(19)	60.2(19)	11.8(16)	1.6(11)	4.3(12)
C(21)	22.0(11)	56.9(19)	51.3(18)	4.6(14)	-0.9(11)	-7.7(12)
C(22)	26.0(12)	48.3(17)	46.3(16)	-2.7(13)	3.9(11)	-6.6(11)
C(23)	47(2)	88(4)	188(7)	-14(4)	45(3)	12(2)
C(24)	34.4(19)	64(3)	214(8)	1(4)	-35(3)	6.0(19)

Table 4. Bond Lengths.

Atom	Atom	Length /Å	Atom	Atom	Length /Å
S(1)	O(1)	1.491(3)	C(3)	C(4)	1.452(4)
S(1)	C(25)	1.793(7)	C(4)	C(5)	1.400(4)
S(1)	C(26)	1.795(5)	C(5)	C(6)	1.400(4)
F(1)	C(12)	1.325(4)	C(5)	C(11)	1.495(5)
F(2)	C(13)	1.334(4)	C(6)	C(7)	1.423(4)
F(3)	C(14)	1.354(4)	C(7)	C(8)	1.360(5)
F(4)	C(15)	1.343(5)	C(8)	C(9)	1.421(4)
F(5)	C(16)	1.336(4)	C(9)	C(10)	1.385(4)
F(6)	C(18)	1.349(3)	C(10)	C(17)	1.490(4)
F(7)	C(19)	1.344(4)	C(11)	C(12)	1.390(5)
F(8)	C(21)	1.352(4)	C(11)	C(16)	1.382(5)
F(9)	C(22)	1.343(4)	C(12)	C(13)	1.399(5)
N(1)	C(1)	1.366(3)	C(13)	C(14)	1.370(6)
N(1)	C(4)	1.363(4)	C(14)	C(15)	1.361(6)
N(2)	C(6)	1.363(4)	C(15)	C(16)	1.384(5)
N(2)	C(9)	1.374(3)	C(17)	C(18)	1.376(4)
N(3)	C(20)	1.389(4)	C(17)	C(22)	1.387(4)
N(3)	C(23)	1.464(8)	C(18)	C(19)	1.376(4)
N(3)	C(24)	1.496(6)	C(19)	C(20)	1.401(5)
C(1)	C(2)	1.442(4)	C(20)	C(21)	1.376(5)
C(1)	C(10)[1]	1.405(4)	C(21)	C(22)	1.371(4)
C(2)	C(3)	1.350(4)			

Symmetry Operators: [1]1-X, 1-Y, 1-Z

Table 5. Bond Angles.

Atom	Atom	Atom	Angle /°	Atom	Atom	Atom	Angle /°
O(1)	S(1)	C(25)	107.4(3)	F(1)	C(12)	C(11)	119.9(3)
O(1)	S(1)	C(26)	107.4(3)	F(1)	C(12)	C(13)	118.7(3)
C(25)	S(1)	C(26)	95.2(4)	C(11)	C(12)	C(13)	121.4(4)
C(4)	N(1)	C(1)	104.9(2)	F(2)	C(13)	C(12)	119.2(4)
C(6)	N(2)	C(9)	110.0(2)	F(2)	C(13)	C(14)	120.8(4)
C(20)	N(3)	C(23)	116.9(4)	C(14)	C(13)	C(12)	120.0(3)
C(20)	N(3)	C(24)	118.0(4)	F(3)	C(14)	C(13)	120.5(4)
C(23)	N(3)	C(24)	111.2(4)	F(3)	C(14)	C(15)	119.5(4)
N(1)	C(1)	C(2)	111.3(3)	C(15)	C(14)	C(13)	120.0(3)
N(1)	C(1)	C(10)[1]	125.0(3)	F(4)	C(15)	C(14)	120.2(4)
C(10)[1]	C(1)	C(2)	123.7(3)	F(4)	C(15)	C(16)	120.2(4)
C(3)	C(2)	C(1)	106.6(3)	C(14)	C(15)	C(16)	119.6(4)
C(2)	C(3)	C(4)	106.0(3)	F(5)	C(16)	C(11)	119.5(3)
N(1)	C(4)	C(3)	111.2(3)	F(5)	C(16)	C(15)	117.6(3)
N(1)	C(4)	C(5)	125.1(3)	C(11)	C(16)	C(15)	122.9(3)
C(5)	C(4)	C(3)	123.6(3)	C(18)	C(17)	C(10)	124.7(2)
C(4)	C(5)	C(11)	117.9(3)	C(18)	C(17)	C(22)	115.4(2)
C(6)	C(5)	C(4)	126.0(3)	C(22)	C(17)	C(10)	119.9(3)
C(6)	C(5)	C(11)	116.1(3)	F(6)	C(18)	C(17)	119.7(2)
N(2)	C(6)	C(5)	126.0(3)	F(6)	C(18)	C(19)	118.2(3)
N(2)	C(6)	C(7)	107.0(3)	C(19)	C(18)	C(17)	122.1(3)
C(5)	C(6)	C(7)	127.0(3)	F(7)	C(19)	C(18)	117.8(3)
C(8)	C(7)	C(6)	108.1(3)	F(7)	C(19)	C(20)	119.9(3)
C(7)	C(8)	C(9)	108.1(3)	C(18)	C(19)	C(20)	122.3(3)
N(2)	C(9)	C(8)	106.8(3)	N(3)	C(20)	C(19)	118.8(3)
N(2)	C(9)	C(10)	126.7(3)	C(21)	C(20)	N(3)	126.0(3)
C(10)	C(9)	C(8)	126.5(3)	C(21)	C(20)	C(19)	115.2(3)
C(1)[1]	C(10)	C(17)	117.7(3)	F(8)	C(21)	C(20)	121.4(3)
C(9)	C(10)	C(1)[1]	126.1(2)	F(8)	C(21)	C(22)	116.4(3)
C(9)	C(10)	C(17)	116.1(3)	C(22)	C(21)	C(20)	122.2(3)

C(12)	C(11)	C(5)	121.4(3)	F(9)	C(22)	C(17)	119.4(3)
C(16)	C(11)	C(5)	122.4(3)	F(9)	C(22)	C(21)	117.7(3)
C(16)	C(11)	C(12)	116.2(3)	C(21)	C(22)	C(17)	122.8(3)

Symmetry Operators: [1]1-X, 1-Y, 1-Z

Table 6. Hydrogen Atom Coordinates (Å × 10^4) and Isotropic Displacement Parameters (Å^2 × 10^3).

Atom	***x***	***y***	***z***	**U(eq)**
H(25A)	11572.91	5747.23	7969.3	156
H(25B)	10750.57	4736.11	7874.16	156
H(25C)	10815.45	5658.37	8631.21	156
H(26A)	9000.58	5893.8	8313.13	190
H(26B)	8848.36	5062.5	7498.83	190
H(26C)	8343.07	6325.46	7443.04	190
H(2)	5635.2	4612.34	5546.16	45
H(2A)	2150.23	6093.97	6609.72	47
H(3)	3420.76	5169.59	7714.13	50
H(7)	6975.67	3202.43	7715.06	54
H(8)	8100.77	2980.85	6659.9	52
H(23A)	11104.16	1815.69	3910.79	157
H(23B)	12189.93	1446.77	4390.95	157
H(23C)	11947.61	2785.66	4165.87	157
H(24A)	12398.97	3430.4	5596.31	166
H(24B)	12718.62	2138.66	5906.1	166
H(24C)	11912.28	2835.04	6333.51	166

X-ray structure determination of 5,15-bis(2,3,5,6-tetrafluoro-4-(dimethylamino)phenyl)-10,20-bis(pentafluorophenyl)porphyrin

Narimi FUJII and Haruo AKASHI

Institute of Frontier Science and Technology, Okayama University of Science

Crystal structure of 5,15-bis(2,3,5,6-tetrafluoro-4-(dimethylamino)phenyl)-10,20-bis(pentafluorophenyl) porphyrin (**H_2TFPP-(NMe_2)$_2$**) has been determined by the X-ray structure analysis. Crystallographic data: crystal system monoclinic, space group $P2_1/c$ (#88), Lattice parameters; a = 13.5839(4) Å, b = 11.4816(3) Å, c = 16.0057(6) Å, V = 2460.20(14) Å^3, Z = 2, $R1$ = 0.0933, wR = 0.2437. **H_2TFPP-(NMe_2)$_2$** has the structure in which the two of the four pentafluorophenyl groups attached to the porphyrin ring of **H_2TFPP** are replaced by tetrafluoro-N,N-dimethylaniline moiety. X-ray diffraction analysis of **H_2TFPP-(NMe_2)$_2$** revealed that the two tetrafluoro-N,N-dimethylaniline moieties are located in opposite positions each other.

高周波-大電力パルススパッタリング法を用いたDLC成膜における放電特性と薄膜特性の関係

福江　紘幸*・岡野　忠之**・黒岩　雅英**・國次　真輔***
太田　裕己****・米澤　健****, *・中谷　達行*****

*岡山理科大学大学院工学研究科博士課程システム科学専攻
**東京電子株式会社
***岡山県工業技術センター
****ケニックス株式会社
*****岡山理科大学フロンティア理工学研究所

2021年12月15日受理

1．緒言

大電力パルススパッタリング（High-Power Impulse Magnetron Sputtering；HiPIMS）法は，Duty比10%以下の短パルスに高電圧をカソードに印加する成膜方法である．このHiPIMS法の放電プラズマは，ピーク電力密度が0.5 kW/cm^{2}を超える[1)]．これによりHiPIMS法は，従来の直流マグネトロンスパッタリング（direct current Magnetron Sputtering；dcMS）法と比較してプラズマ密度が数桁高くなることが報告されている[1)-3)]．プラズマ密度の増加によりスパッタ粒子のイオン化が可能となり，HiPIMS法は従来のdcMS法と比較して高密度なDLC膜を成膜できる[4)]．本研究グループでは，HiPIMS法を用いたダイヤモンド状炭素（Diamond-Like Carbon；DLC）膜の成膜技術の開発に取り組んでいる．

DLC膜とは，グラファイト構造のsp^2結合とダイヤモンド構造のsp^3結合，水素のHを併せ持つアモルファス炭素膜の総称である．DLC膜の特徴として高硬度や低摩擦係数などが挙げられ，その特徴を生かして自動車産業や金型形成分野で実用化されている[5)-7)]．水素含有DLC膜では，生体適合性の向上が報告されており[8)]，医療分野への応用も注目されている．

高機能成膜に有効なHiPIMS法であるが，従来のdcMS法と比較して成膜速度が低いという欠点がある[9)]．そこで本研究グループでは，成膜速度の改善を目指すことを目的とし，新しいHiPIMS法として高周波（High Frequency；HF）-HiPIMS法を開発した．本報告では，まずHF-HiPIMS法を用いたDLC成膜における放電特性を評価した．次にHF-HiPIMS法を用いたDLC膜の成膜速度を評価した．さらにHF-HiPIMS法を用いたDLC膜の薄膜特性として，膜密度とsp^3比の推定についての評価した．そしてこれら評価から明らかになった，HF-HiPIMS法を用いたDLC成膜における放電特性と薄膜特性の関係について報告する．

2．実験方法

ターゲットには，３インチのグラファイト固体原料を用い，基板とカソード間の距離は100 mm，到達真空度は5.0×10^{-4} Pa以下とした．スパッタガスとしてアルゴンガスを5 sccm導入し，放電時の動作圧力は0.5 Pa，基板にはシリコンウエハーをセットし，5 rpmで回転させ，２時間成膜した．

図１に印加電圧のパルス波形を示す．HF-HiPIMS法はT1（予備放電パルス）＝20 μs，T2＝5 μs，T3（主放電パルス）＝50 μs，T4（HFパルス）＝36 μs，T5＝

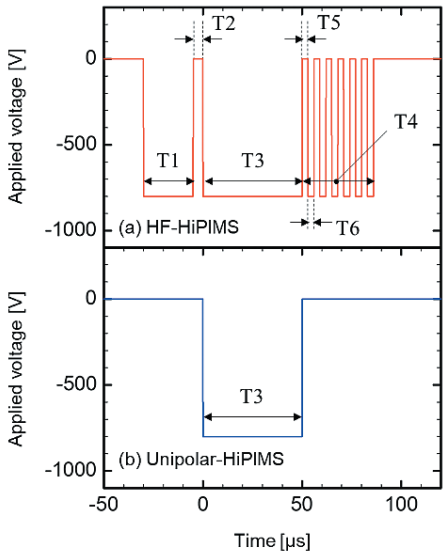


図１　印加電圧のパルス波形

T6＝3 μsとし，ユニポーラHiPIMS法はT3＝50 μsとした．各HiPIMS法ともバイアス電圧をOFF，波形全体の周波数を200 Hzとした．放電電流および放電電圧の測定は，電流プローブ（Tektronix製TCP303），電流プローブ用増幅器（Tektronix製TCPA300），電圧プローブ（Tektronix製P5100A）およびデジタルオシロスコープ（Teledyne LeCroy製wavesufer3024）を用いた．DLC膜の成膜速度は，表面形状測定器（小坂研究所製ET4000AK31）により，DLC膜と基板との段差の計測から，その５点平均値を膜厚とし，成膜時間で除して算出した．DLC膜の膜密度は，全自動多目的X線回折装置（リガク製SmartLab）によるX線反射率測定法で得られたX線反射率プロファイルの全反射臨界角と密度との関係をシミュレーションすることで算出した．DLC膜のsp^3比の推定は，X線光電子分光装置（日本電子製JPS-9200S）によるX線光電子分光法を用いた．X線源は，AlKα，10 kV-20 mAとし，前処理として，Arスパッタリングを3 kVで20秒間行った．C1sを波形分離する前にShirley法によるバックグラウンドの除去を行った[10]．

３．実験結果および考察

図２に負印加電圧−850 VのときのHF-HiPIMS法（HF）とユニポーラHiPIMS法（UP）の放電電圧-放電電流波形を示す．いずれの成膜法とも，ピーク放電電流は120 A（3.03 A/cm^2），ピーク電力密度は1.8 kW/cm^{2}となり，インパクトの強い大電流および大電力が観測された．ピーク電力密度が0.5 kW/cm^{2}を超えたことから，これらの放電は，HiPIMS放電であることが確認できる[1]．１周期あたりの平均電力は，HF-HiPIMS法では380 W，ユニポーラHiPIMS法では280 Wと同印加電圧条件下でも平均電力の向上が確認された．これは予備放電により主放電の立ち上がりが早くなったことおよび予備放電とHFパルスの印加により放電区間が延長されたことが考えられる．

図３にピーク電力密度と成膜速度の関係を示す．これ以降，負印加電圧を−770〜−870 Vとした．HF-HiPIMS法はユニポーラHiPIMS法と比較して37%の成膜速度の向上が確認された．これは平均電力およびT3パルス間の平均電力密度の増加により，成膜速度が増加したと推察される．

図４にピーク放電電流と膜密度の関係を示す．HF-HiPIMS法はピーク放電電流が０〜55 Aの範囲では膜密度が増加傾向を，それ以降は減少傾向を示した．ユニポーラHiPIMS法の膜密度は全範囲で減少傾向を示した．また，HF-HiPIMS法は，ユニポーラHiPIMS法と比較して，DLC膜の高密度化を達成した．

図５にHF-HiPIMS法により成膜したDLC膜のX線光電子分光法を用いたC1sの波形分離によるsp^2，sp^3比の推定を示す．C1sの波形分離にはガウス関数70%，ローレンツ関数30%の疑似フォークト関数を用いた．sp^2，sp^3比の推定は，波形分離した疑似フォークト関数のそれぞれの面積比とした．いずれのDLC膜もsp^2の位置は284.13±0.02 eVとsp^3の位置は284.8±0.02 eVに割り当てられた[11)-14)]．図５から膜密度の増加とピーク

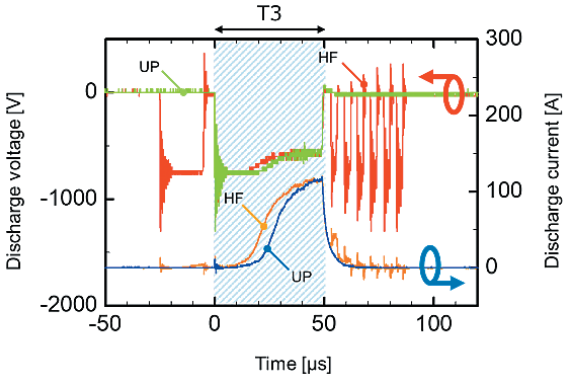


図２　放電電圧−放電電流波形

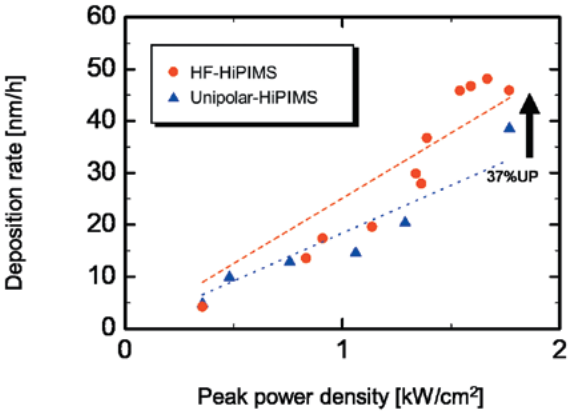


図３　ピーク電力密度と成膜速度の関係

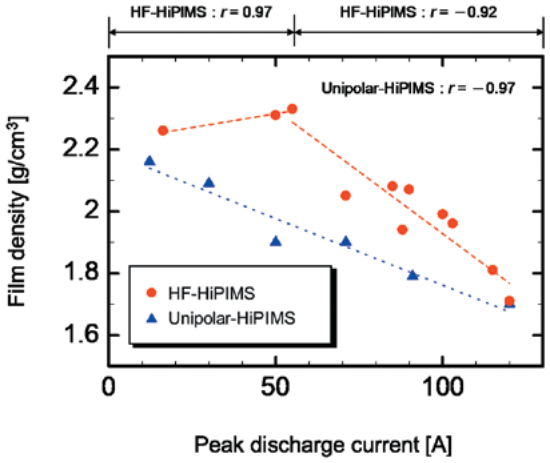


図４　ピーク放電電流と膜密度の関係

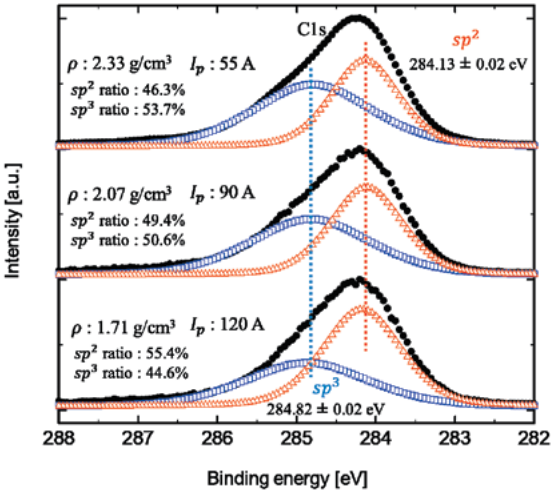


図５　C1sの分離によるsp^2，sp^3比の推定

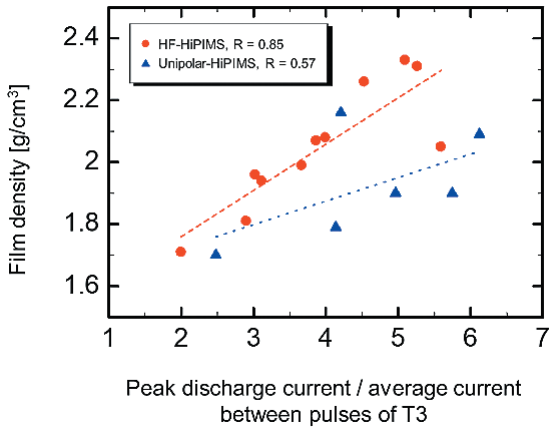


図６　ピーク放電電流/パルス間平均電流と膜密度の関係

放電電流の減少にともない，sp^3比の増加が示された．

DLC膜の膜内部に侵入するエネルギーにおいて，ある閾値までは入射する粒子の運動エネルギーが増加するにつれて膜内部へ侵入する炭素イオンおよび原子の密度が高くなりsp^3比が増加する．しかし，その閾値を超えると緩和効果が優勢となり，膜内部がより安定した状態に移行しsp^2比が増加する[15),16)]．また，過剰な放電電流においてDLC膜のグラファイトが示唆されており[17)]，本研究のユニポーラHiPIMS法では緩和効果が優勢となった範囲のみを確認された．一方，HF-HiPIMS法はsp^3比が増加する最適値を確認することができた．

図６にピーク放電電流/パルス間平均電流と膜密度の関係を示す．図６から膜密度は，ピーク放電電流ではなく，ピーク放電電流/パルス間平均電流に正の相関があることがわかる．ピーク放電電流/パルス間平均電流は，放電電流におけるピークの精鋭さを表している．この図６から，ピーク放電電流とパルス間平均電流をコントロールすることで，成膜条件の最適化が期待される．

４．結言

本研究では，HF-HiPIMS法を用いたDLC成膜における放電特性と薄膜特性の関係について報告した．HF-HiPIMS法は，ユニポーラHiPIMS法よりも成膜速度が向上したことから，HiPIMS法の欠点であった成膜速度の改善に取り組むことができた．また，HF-HiPIMS法は，高密度化を達成したことから有用な成膜法であることがわかった．さらにピーク放電電流とパルス間平均電流をコントロールすることで，成膜条件の最適化が期待される．

参考文献

1）J. T. Gudmundsson, N. Brenning, D. Lundin, U. Helmersson, “High power impulse magnetron sputtering discharge,” *Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films*, Vol. 30, No. 3, 030801 (2012)

2）P. Sigurjonsson, J. T. Gudmundsson, “Plasma parameters in a planar dc magnetron sputtering discharge of argon and krypton”, *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 100, No. 6, 062018 (2008)

3）J. T. Gudmundsson, P. Sigurjonsson, P. Larsson, D. Lundin, U. Helmersson, “On the electron energy in the high power impulse magnetron sputtering discharge”, *Journal of Applied Physics*, Vol. 105, No. 12, 123302 (2009)

4）K. Sarakinos, A. Braun, C. Zilkens, S. Mraz, J. M Schneider, H. Zoubos, P. Patsalas, “Exploring the potential of high power impulse magnetron sputtering for growth of diamond-like carbon films,” *Surface and Coatings Technology*, Vol. 206, No. 10, pp.2706-2710 (2012)

5）馬渕豊：DLC膜の自動車部品への適用，トライボロジスト，Vol. 58，No. 8，pp. 557-565（2013）

6）太刀川英男：自動車産業のトライボロジーに関する技術課題とDLCコーティング，表面技術，Vol. 59，No. 7，pp. 437-437 (2008)

7）村木正芳，藤邨克之，片岡征二，竹内貞雄，寺山暢之：アルミニウムに対するDLC膜のトライボロジー特性とドライしごき加工用DLCコーティッド金型の寿命，日本機械学会論文集C編，Vol. 76，No. 764，pp. 960-967（2010）

8）Y. Mine, T. Nakatani, K. Okamoto, S. Hara, K. Takagi, H. Nikawa, “Impact of biomimetic diamond-like carbon coated titanium on osteoblast and osteoclast differentiation in vitro, ” *Journal of Photopolymer Science and Technology*, Vol. 27, No. 3, pp. 373-378 (2014)

9）M. Samuelsson, D. Lundin, J. Jensen, M. A. Raadu, J. T. Gudmundsson, U. Helmersson,“On the film density using high power impulse magnetron sputtering,” *Surface and Coatings Technology,* Vol. 205, No. 2, pp. 591-596 (2010)

10）D. A. Shirley, “High-resolution X-ray photoemission spectrum of the valence bands of gold,” *Physical Review B*, Vol. 5, No. 12, pp. 4709-4714 (1972)

11) N. W. Khun, E. Liu, G. C. Yang, "Structure, scratch resistance and corrosion performance of nickel doped diamond-like carbon thin films," *Surface and Coatings Technology*, Vol. 204, No. 20, pp. 3125-3130 (2010)
12) A. Hatem, J. Lin, R. Wei, D. Torres, C. Laurindo, P. Soares, "Tribocorrosion behavior of DLC-coated Ti-6Al-4V alloy deposited by PIID and PEMS+PIID techniques for biomedical applications," *Surface and Coatings Technology*, Vol. 332, pp. 223-232 (2017)
13) F. C. Tai, S. C. Lee, C. H. Wei, S. L. Tyan, "Correlation between I_D/I_G ratio from visible raman spectra and sp^2/sp^3 ratio from XPS spectra of annealed hydrogenated DLC film," *Materials transactions*, Vol. 47, No. 7, pp. 1847-1852 (2006)
14) L. X. Liu, E. Liu, "Nitrogenated diamond-like carbon films for metal tracing," *Surface and Coatings Technology*, Vol. 198, No. 1-3, pp. 189-193 (2005)
15) J. Robertson, "Diamond-like amorphous carbon," *Materials Science and Engineering*, R37, pp. 129-281 (2002).
16) 須田善行，田上英人，滝川浩史 : 炭素ナノ材料の新展開，*Journal of Plasma and Fusion Research*, Vol. 88, No. 11, pp. 629-638 (2012)
17) J. Lin, W. D. Sproul, R. Wei, R. Chistyakov, "Diamond like carbon films deposited by HiPIMS using oscillatory voltage pulses," *Surface and Coatings Technology*, Vol. 258, pp. 1212-1222 (2014)

Relationship between discharge characteristics and thin film properties in DLC film deposition using high frequency-high power impulse magnetron sputtering method

Hiroyuki FUKUE*, Tadayuki OKANO**, Masahide KUROIWA**,
Shinsuke KUNITSUGU***, Hiroki OOTA****,
Ken YONEZAWA****,* and Tatsuyuki NAKATANI*****

**Graduate School of Engineering - Systems Science Doctoral Program, Okayama University of Science,*
1-1, Ridai-cho, Kita-ku, Okayama, 700-0005, Japan
***Tokyo Electronics Co., Ltd.,*
2-22-7, Honcho, Kokubunji-shi, Tokyo, 185-0012, Japan
****Industrial Technology Center of Okayama Prefecture,*
5301, Haga, Kita-ku, Okayama, 701-1296, Japan
*****Kenix Corporation,*
2-15-501, Hojyoguchi, Himeji, Hyogo, 670-0935, Japan
******Institute of Frontier Science and Technology, Okayama University of Science,*
1-1, Ridai-cho, Kita-ku, Okayama, 700-0005, Japan

High power impulse magnetron sputtering (HiPIMS) method can form higher density diamond-like carbon (DLC) films than conventional direct current magnetron sputtering (dcMS) method. However, the deposition rate of the HiPIMS method is lower than that of the dcMS method. We have developed high frequency (HF)-HiPIMS method as a new power supply to improve the deposition rate of HiPIMS method. In this paper, we report on the relationship between discharge characteristics and thin film properties in DLC film deposition using high frequency-high power impulse magnetron sputtering method. We first evaluated the discharge characteristics of the HF-HiPIMS method. Next, deposition rate, film density, and sp^3 ratio were measured for the purpose of evaluating the thin film characteristics of the HF-HiPIMS method. As a result, the HF-HiPIMS method achieved both high-speed deposition and high density films compared to the conventional unipolar HiPIMS method. From the relationship between the discharge characteristics and the film density, we were able to obtain an index for optimizing the deposition conditions.

Keywords: HiPIMS; HF-HiPIMS; DLC; sputtering.

骨用ドリルの穿孔性能に及ぼす刃先形状ならびにDLCコーティングの影響

金枝　敏明・中谷　達行・寺野　元規*・平野　博之**

岡山理科大学フロンティア理工学研究所
*岡山理科大学工学部機械システム工学科
**岡山理科大学工学部応用化学科

2021年12月15日受理

1．はじめに

人工関節置換術および骨折治療術では，固定用ボルトを埋め込む過程で骨手術用ドリル（以下，骨用ドリルと記す）を用いて，穿孔を行う必要がある．骨用ドリルの材質は，「医薬品，療機器等の品質，有効性および安全性の確保等に関する法律（医薬品医療機器等法）[1)]」にて認可されているSUS630（析出硬化系ステンレス鋼）が用いられている．これは，耐食性に優れ，滅菌加工が容易なことに起因する．しかし，骨用ドリルの切れ味の悪さが原因で，手術が難航するという指摘が医師から挙がっている．これを工学的に理解すれば，ドリルの刃先形状が適当でないことや耐摩耗性の低さに起因していると考えられる．

これまでに，刃先形状（先端角，ねじれ角，シンニング形状）や材質による穿孔性能（トルク，スラスト）の比較を行っている[2),3)]．本報では，耐摩耗性の低さに焦点を当て，その向上を目的とする．具体的には，人骨に相当する人工的な擬似骨に対し，生体適合性が高く，耐摩耗性に優れるDLCコーティングを施したSUS630製ドリルにて穿孔試験を行い，ドリルの摩耗および穿孔性能について調査する．

2．試験装置および試験片

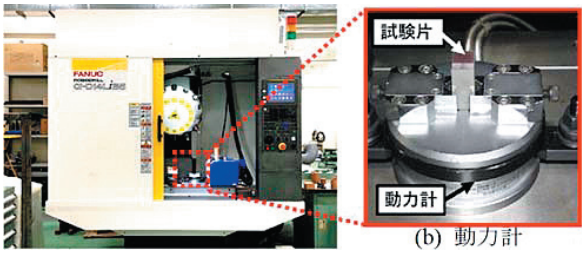
2.1　穿孔試験装置

図１に試験装置を示す．擬似骨（試験片）の穿孔には，小型切削加工機（FANUC ROBODORILL a-D14LiB5, FANUC）を使用する．穿孔性能評価のため，AST式回転工具動力計（AST-BL，三保電機製作所）によって切削力のトルクとスラストを測定する．穿孔条件は，医師が骨の穿孔を行う際の値を参考に回転数r=1188 rpm，送り速度f= 60 mm/minとする．

2.2　試験片

試験片の材質はエポキシ樹脂とガラス短繊維の複合材料（密度1.64 g/cm^3）を加圧整形した擬似骨（人骨代替試験材料，皮質骨相当）を用いる．試験片の寸法は17×17×6（厚さ）mmである．穿孔深さd=6 mmとし，穴を貫通させる．

表１に擬似骨の測定した圧縮強度を示す．静的圧縮試験には油圧プレス機を用い，衝撃圧縮試験には横型スプリットホプキンソン棒試験機を用いる．



(b) 動力計

図１　試験装置

表１　擬似骨の圧縮強度

試験法	ひずみ速度	降伏応力
静的圧縮試験	10^{-2}～10^{-1} s^{-1}	125 MPa
衝撃圧縮試験	10^{2}～10^{3} s^{-1}	26 MPa

表２　ドリル諸元

ドリル	B	O	C	P	D	Q
マーク	●	◑	▲	◭	■	◨
DLCコーティング	×	○	×	○	×	○
先端角	118°		90°			
ねじれ角	18°		30°		18°	

2.3　ドリル

表２にドリル諸元を示す．ドリルBとO，CとP，DとQでDLCコーティングの有無が及ぼす影響を調べる．また，ドリルBとD，OとQで先端角が及ぼす影響を，さらにドリルCとD，PとQでねじれ角が及ぼす影響を調べる．

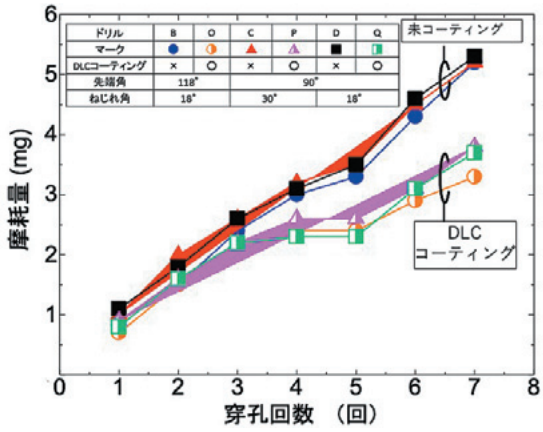


図２　各種ドリルの摩耗量

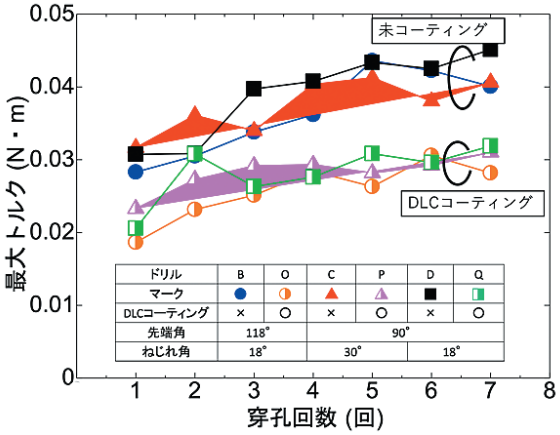


図３　最大トルクに及ぼす穿孔回数の影響

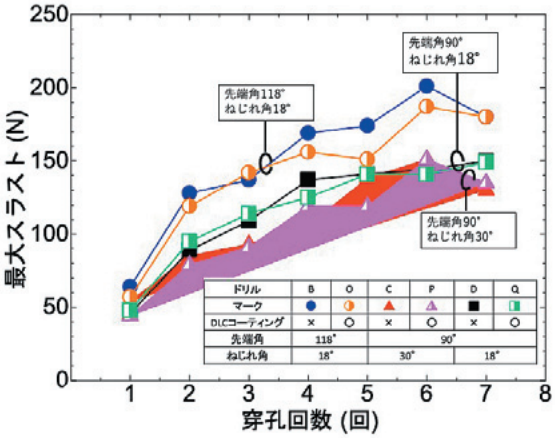


図４　最大トルクに及ぼす穿孔回数の影響

３．試験結果及び考察

3.1　DLCコーティングの効果

DLCコーティングを施した３種類のドリルO，P，Qは未コーティングのものよりも摩耗量が小さく，最大トルクも小さい．しかし，最大スラストはDLCコーティングの有無により大差はない．

最大トルクも小さい．しかし，最大スラストはコーティングの有無に関係なく，両者間で大差は認めがたい．

3.2　刃先形状の影響

図より先端角，ねじれ角の摩耗量に及ぼす影響は小さく，最大トルクに対しても小さい．一方，最大スラストでは，先端角118°よりも90°の方が小さい．先端角が小さいと工作物に食い込みやすく，スラストが減少したと考える．また，ねじれ角18°よりも30°の方が最大スラストは小さい．ねじれ角を大きくすることで，すくい角は大きくなり，切れ刃は薄くなる．これにより，切りくず流出がスムースになり，切削合力の方向がシャンクの方向（上方向）に向くため，スラストが減少したと考える．

４．おわりに

本研究では，先端角，ねじれ角の異なる６種の骨用ドリルを用い，擬似骨の穿孔試験を行い，DLCコーティングの摩耗量および切削力への影響について調査した．

その結果を以下にまとめる．

(1) DLCコーティングドリルでは，摩耗量および最大トルクは小さくなったが，最大スラストへはコーテイングの影響は小さかった．

(2) 刃先形状（ねじれ角，先端角）は最大スラストに影響を及ぼしたが，摩耗量へは大きく影響しなかった．

(3) 今回試験した６種のドリルの中ではDLCコーティングを施された先端角90°，ねじれ角30°のドリルPが骨用ドリルとして最も適していると言える．

参考文献

1）医薬品，医療機器等の品質，有効性及び安全性の確保等に関する法律（医薬品医療機器等法），第五章 医療機器及び体外診断用医薬品の製造販売業及び製造業等

2）梶田くるみ，金枝敏明，寺野元規，河野晃：骨用ドリルの穿孔性能に及ぼすドリルの刃先形状並びに材質の影響”，日本機械学会中国四国学生会第49回学生員卒業研究発表講演会（2019）106.

3）Riku Tanaka, Toshiaki Kaneeda, Motoki Terano, Kurumi Kajita and Akira Kono：Effects of cutting edge shape and material of drill on performance of bone drill, ASPEN2019, (2019) 10.

謝　辞

本学フロンティア理工学研究所中谷達行教授にはDLCコーティングの協力を，帝人ナカシマメディカル株式会社井上貴之氏には種々ご助言をいただいた．穿孔試験は岡山理科大学工作センターの装置を利用し，て実施したので，ここに感謝いたします．

Effects of tool edge geometry and DLC coating on bone drill performance

Toshiaki KANEEDA, Tatsuya NAKATANI, Motoki TERANO*, Hiroyuki HIRANO**

Institute of Frontier Science and Technology, Okayama University of Science,
**Faculty of Engineering, Okayama University of Science,*
***Faculty of Engineering, Okayama University of Science,*
0-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama-city, Okayama 700-0005, Japan

Drilling experiments of pseudo bone block using bone drill were conducted on the small size of cutting apparatus to determine effects of tool edge geometry and DLC coating on wear and cutting force.The block is an alternative material to human cadaver bone for testing made by Sawbone Co. Ltd. The block is a kind of compression molding presseed material composing epoxy resin and reinforced short glass fibers. The bolck corresponnds to cortical bone in humanbody on mechanical strength. Six kinds of tool for drilling experiments were tested. The experimental results indicated thet DLC coating produced lower wear volume and maximum torque, however, no distinct effects on maximum thrust force.Tool geometry, point and helix angle, affected maximum thrust force to some extent, however, wear not too much. In these exepriments DLC coating drill with 90° point and 30° helix angle presented the best performance among them.

Keywords: bone drill; pseudo bone; wear volume; torque; thrust force.

金属板表面上へのエチレングリコールの吸着の誘電分散を用いた測定

蜂谷　和明・青木　宏之*

岡山理科大学教育推進機構

*岡山理科大学理学部生物科学科

2021年12月15日受理

１．はじめに

稼働している機械の金属表面は，２面間の摩擦によって高温になり，その表面に金属酸化被膜が形成される[1)]．この金属酸化被膜は，化学的には反応性に富む活性な物質で，金属イオン，アミノ酸等の様々な物質を吸着する性質を示す．金属酸化物表面の吸着現象は，これまでは酸化された金属板そのものを使用するのではなく，金属酸化物の微粉体，イオン交換セファデックス等の微粉体を使用していた[2-3)]．この微粉体に金属イオン等を添加した水懸濁液を用い，水圧を100気圧かけて後に，測定容器にかけている外圧を，金属箔膜を破ることにより1 μs以下の圧力降下を形成して，圧力降下後の電気伝導度の変化として吸着現象を検出する圧力ジャンプ法により行われてきた[2-3, 4)]．しかし，非イオン性のポリエチレングリコール等の高分子の吸着現象の測定のためには，100気圧の圧力変化では不十分であり，電気伝導度検出ストップドフロー法[5)]，または摩擦試験機のボールの先端で約4000気圧がかかる測定器で緩和現象として観測された[6)]．しかし，摩擦試験機による吸着現象の測定は，検出限界が約1sで，それ以下の時間内で起こる速い吸着現象には対応できなかった[6)]．これまでは，金属板表面へのポリエチレングリコールの吸着現象の検討は，赤外線の吸収スペクトルの変化を測定するFTIRを用いた検討か，潤滑油の金属板上での濡れ性の違いを利用した接触角測定で検討されてきた[7-9)]．今回，この金属板上での潤滑油の吸着現象を調べてきたステンレス板を，電気抵抗や電気容量の周波数依存性を測定するLCRメータの金属板電極として用い，電気抵抗および電気容量の周波数依存性を測定することにより，1sよりも速く起こる金属板上での潤滑油の吸着現象の解明に役立つのではないかと思われた．この様な電気化学的な測定は，白金等の純粋な金属電極を使用して，電極自身には溶媒分子の吸着が起こらない条件で測定が行われてきた[10-13)]．今回は，金属板表面上での潤滑油分子の吸着現象を解明するため，ステンレス板を未加熱で使用した場合，ステンレス板を210℃で加熱してその表面に金属酸化被膜を生成させた場合の金属板電極をそれぞれ使用し，LCRメータを使用して，金属表面上にエチレングリコールが吸着した場合の電気抵抗と電気容量の測定結果の違いを比較検討した．

２．実験方法

２．１　試料および測定容器

試料には，水―グリコール系作動油を構成する溶剤で，分子量62.07のエチレングリコール（EGと略記，和光純薬）を用い，導電率および電気容量を測定する電極には，図１で示すような50×50×0.5 mmの正方形のステンレス板（SUS304）を２枚使用した．この２枚のステンレス板の間を一定の間隔で引き離して絶縁するため，10 mm×3 mmで，厚さ2 mmのアクリル板で仕切り，２枚の板が直接に接触しないように調整した．この２枚の板を洗濯ばさみのようなプラスチック製の締め付け金具（プラスチック製のクリップ）で固定した．それぞれのステンレス板電極の上端には，小さなワニ口クリップの付いたリード線を接続し，これをテクシオ社（Good will instrument）製のLCRメータ6100に接続した．この試験機は，周波数が10Hz～

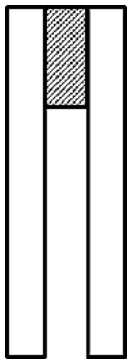


図１　電極の取り付け方

100kHzの領域での抵抗値や電気容量などを測定することができる．本実験では，20，40および60℃の各温度での試料の抵抗値や電気容量を測定した．50 mlのビーカーの中に，エチレングリコールを40 mlの一定量（50 mlのビーカーで，液の高さ1.5 cmに固定）を注いだ．

測定中で注意すべきことは，極板を挟むとき，ワニ口クリップを少しでもアクリルの仕切板よりも奥を挟んでしまうと極板同士が接触してしまうため数値がおかしくなってしまった．そのため，プラスチック製クリップを奥に挟まないように確認することが必要であった．また，ビーカーに入っているEGの温度を上げるとき，長時間，温水につけている場合には結露が発生し，水がEGと混ざってしまう可能性があった．そのため，60℃等の高温での測定では，長時間，測定容器を恒温槽の水に浸けすぎないようにする必要があった．

エチレングリコールの抵抗および電気容量は，LCRメータの電極にかける印加電圧を１Ｖで，周波数を10Hz～100kHzの領域で測定した．また，各抵抗および電気容量は１秒間当たり40回の速度で測定して，その平均値を求めた．

３．結果および考察

日常で使用している機械の金属材料には，ステンレス板が使用される．潤滑油を構成するエチレングリコールの分子が，この金属表面へ吸着して保護膜を形成して吸着する状態を，LCRメータを使用して電気抵抗および電気容量を測定して検討した．まず，２枚の未加熱のステンレス板を電極にして，EGの抵抗を，LCRメータの電極にかける印加電圧を１Vで，周波数を10Hz～100kHz，エチレングリコールの温度を20，40および60℃と一定に保って測定すると，図２で示すようなEGの抵抗の周波数依存性が観測された．

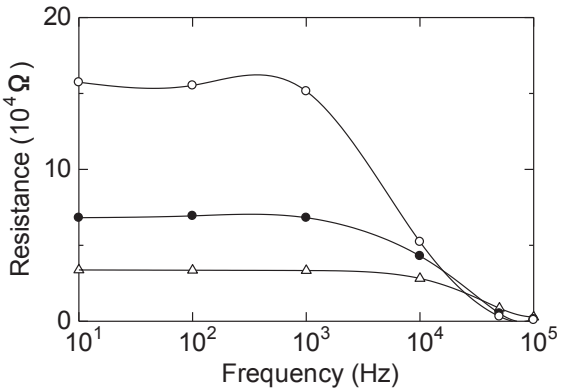


図２　未加熱のステンレス板電極を使用したEGの抵抗の周波数依存性（○：20℃，●：40℃，△：60℃）

図２で示すように，温度が20℃のとき，周波数が10Hzから1kHz の領域まで抵抗値が一定であり，1kHz以上では，抵抗値は周波数の増加とともに急激に減少した．温度が20℃から40℃に上昇すると，20℃で10Hzから1kHzまでの周波数領域で，抵抗が一定であった抵抗の領域は，40および60℃の場合でも同様に出現し，抵抗が一定であった領域の抵抗値は，20から60℃にEGの温度が上昇すると，1.5×10^4Ωから7×10^3，3×10^3 Ωの順に小さくなった．また，一定の抵抗値の領域が得られた上限の周波数は，EGの温度が20から60℃に増加すると，1kHzから10kHzと増加した．図２では，20から60℃のいずれの温度の場合も，抵抗値が一定の状態が続いたのち，周波数の増加とともに抵抗は小さくなった．交流測定における電気抵抗は，液体の体積内でのEG分子の移動と関係しているので，このような20から60℃の温度の上昇とともに，抵抗の一定値が小さくなったのは，金属板表面上に吸着していたEG分子の熱運動が激しくなり，抵抗が減少したものと考えられる．

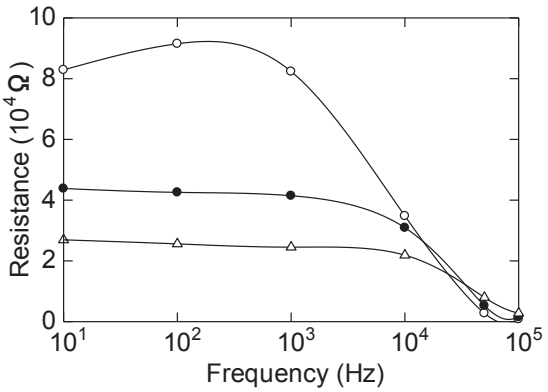


図３　210℃で10分間加熱したステンレス板電極を使用したEGの抵抗の周波数依存性（○：20℃，●：40℃，△：60℃）

210℃で10分間ステンレス板を加熱して冷却し，その表面に十分な量の酸化被膜を形成させた．このステンレス板を電極に使用し，EGの抵抗と電気容量を測定した．図３に，210℃で10分間ステンレス板を加熱して酸化被膜を形成させたステンレス板電極を用いて測定した，EGの抵抗の周波数依存性を示す．図２の未加熱のステンレス板を電極として使用した場合に比べ，周波数が10Hzでの190℃で加熱したステンレス板での抵抗が8×10^4Ωであり，未加熱のステンレス板の電極での抵抗の16×10^4Ωに比べて小さくなっている．図２と３を比較して，EGの抵抗が周波数とともに減少し始める周波数は，210℃で加熱した電極と未加熱電極のいずれの電極の場合も1kHzと同じ周波数で，

その周波数より小さい周波数の領域では，抵抗値が一定になるという同様な抵抗の周波数依存性を示した．ただし，加熱した場合の電極の抵抗が，未加熱電極に比べて小さくなっており，これは，すでにFTIRの吸収スペクトルの解析から明らかにされているように，金属板上の酸化被膜にはEGのような分子内に水酸基を有するジオール系分子が吸着されて[7-9]，電極表面付近でのEG分子の数が増加しているために，抵抗が小さくなっていると思われる．

図２および３の比較より，EGの温度の上昇とともに，10Hz～10kHzの周波数領域で，未加熱および190℃で加熱した電極を使用した測定した場合の抵抗が，一定の周波数のもとで比較すると，EGの温度の上昇とともに，いずれの場合でも小さくなっている．これはEG分子が金属板に吸着して，電極表面付近に存在しているEG分子の熱運動が，温度の上昇により盛んになっているため，電気抵抗が小さくなっていると思われる．

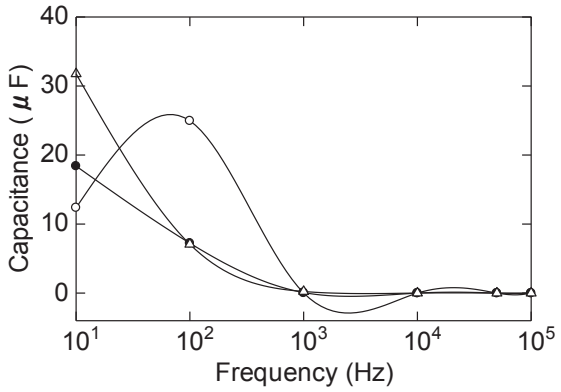


図４　未加熱板のステンレス板電極を使用したEGの電気容量の周波数依存性（○：20℃，●：40℃，△：60℃）

未加熱のステンレス板を電極にして，20，40および60℃で測定したEGの電気容量の周波数依存性を，それぞれ図４に示す．図４のそれぞれの温度について，周波数が10Hzの場合に電気容量が一番大きく，周波数が増加するにつれて電気容量は減少して0μFになった．これは，周波数が低い場合には，印加した電圧の反転の速度に比べて，電極表面付近のEG分子の移動が速いために，電極表面付近にEGの吸着層ができて，＋－の分極層が形成される．分極層ができると電気容量が増加することになる．しかし，周波数が高くなるにつれて，反転の時間内にEG分子が十分移動できなくて吸着層が形成されなくなる．このため，電気容量が小さくなることが予想される．

図５の210℃で加熱した電極による電気容量の測定では，周波数が10Hzでの低周波側での容量は60℃の場合が一番大きく，試料の温度が上昇するにつれて減少し，20℃が一番小さくなっている．これは，上述のEG分子の移動速度は，温度が高いほど，EG分子の熱運動が激しくなって移動速度が速くなり，EG分子が温度の上昇で速く移動して，電極表面に吸着層を多く形成しているため，電気容量が増加することを意味している．

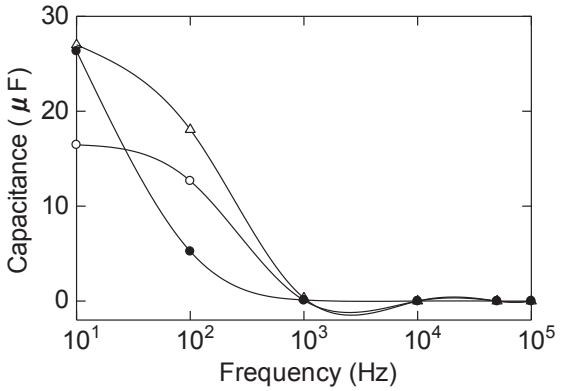


図５　210℃で10分間だけ加熱したステンレス板電極を使用したEGの電気容量の周波数依存性（○：20℃，●：40℃，△：60℃）

210℃で10分間加熱して表面に酸化被膜を形成させたステンレス板を使用して，EGの抵抗および電気容量を測定した．図５に，加熱したステンレス板電極を使用して，20，40，および60℃で測定したEGの電気容量の周波数依存性を示す．周波数10Hzの低周波側で電気容量が一番大きく，周波数の増加とともに電気容量は減少して0μFまで減少した．図４と５を比較して，210℃で10分間加熱したステンレス板電極を使用したほうが，未加熱電極を使用した電気容量よりも大きくなっている．このことは，金属板を210℃で加熱して酸化被膜を形成させた電極の方にEG分子が多く吸着されて，電気容量が増加したものと思われる．これらの現象は，FTIRの吸収スペクトルや接触角測定から，酸化された金側板表面にジオール化合物が吸着されている結果と対応しているように思える[7-9]．

参考文献

1）Bowden F. P. and Tabor D., “The Friction and Lubrication of Solids,” Clarendon Press, Oxford, (1986) 176.
2）Hachiya K., Moriyama Y. and Takeda K., "Ionic Adsorption/Desorption Kinetics", in Interfacial Dynamics (Kallay, N. ed.), Surfactant Science Series, Marcel Dekker, New York, Vol. 88, Chap.9, (1999) 351-403.
3）Hachiya K., Moriyama Y., and Takeda K., "Kinetics of Ionic Adsorption-Desorption at Solid-Liquid Interface" in Encyclo-

pedia of Surface and Colloid Science (P. Somasundaran, ed.), Second Edition, Taylor & Francis, New York, Vol.4, (2006) 3219-3232.
4) Bernasconi, C. F., "Relaxation Kinetics," Academic Press, New York, (1976) 222-231.
5) Yamamoto K., Hachiya K., and Takeda K., Colloid Polym. Sci., 270, 878-884 (1992).
6) 蜂谷和明，青木宏之，岡山理科大学技術科学研究所年報，37，45-49（2019）.
7) Hachiya K., "Relationship between Friction Coefficient and Contact Angle on Metal Plate in Mixed Solution of Polyethylene Glycol and Ethylene Glycol", Tribology Online, 11, 249-254 (2016).
8) Hachiya K., "Relationship between Friction Coefficient, Contact Angle and Infrared Absorbance of Polypropylene Glycol on Metal Surface", Tribology Online, 8, 227-233 (2013).
9) Hachiya K. and Tanaka T., "Relationship between Contact Angle, Infrared Absorbance and Compressibility of Diol Compounds on Metal Surface", Chemistry Letters, 41, 1229-1231 (2012).
10) 花井哲也，粉体工学誌，27(3)，38-44（1990）.
11) 花井哲也，粉体工学誌，27(4)，26-31（1990）.
12) 藤嶋昭，相澤益男，井上徹，"電気化学測定法（上）"，技報堂出版，（2001）.
13) 藤嶋昭，相澤益男，井上徹，"電気化学測定法（下）"，技報堂出版，（1984）.

Dielectric Approach to Adsorption of Ethylene Glycol on Metal Plate Surface

Kazuaki HACHIYA, Hiroyuki AOKI*

Institute for the Advancement of Higher Education, Okayama University of Science,
**Faculty of Biochemisty, Okayama University of Science*
1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama 700-0005, Japan

The adsorption of polyethylene glycol molecules to the metal plate surface was detected by a tribometer as a relaxation process of the friction coefficient signal, which was obtained by the averaging process of the randomly fluctuated friction coefficient signals. Because the ethylene glycol molecule had much smaller molecular weight than polyethylene glycol molecule, the adsorption of ethylene glycol was accomplished within 1s on the metal plate surface, and the adsorption of ethylene glycol could not be followed by the friction coefficient detection of the tribometer. In order to clarify the fast adsorption process of the ethylene glycol molecules, it seems to be able to apply the frequency dependence of the electrical resistance and capacitance between the electrodes of the stainless steel plates on which the adsorption of the lubricant molecules were observed. The purpose of this paper is to clarify the fast adsorption process of lubricant molecules on the metal plates by using the LCR meter, by which the electrical resistance and capacitance between the electrodes could be measured.

Keywords: dielectric approach; ethylene glycol; lubricant adsorption; LCR meter; frequency dependence.

抗生剤耐性菌の交叉耐性率の類似性に関する多次元尺度構成法：Nonmetric Asymmetric Multidimensional Scaling による試み

牧　祥・初田　泰敏*・石坂　敏彦**・今泉　忠***・岡太　彬訓****

岡山理科大学 フロンティア理工学研究所
*大阪大谷大学 薬学部
**堺市立総合医療センター薬剤・技術局
***多摩大学 経営情報学部 経営情報学科
****立教大学 社会学部 名誉教授

2021年12月15日受理

１．はじめに

薬剤耐性菌の発生や蔓延は深刻な医療問題である．薬剤耐性菌に抗菌薬を処方する場合，薬剤耐性菌同士の交差耐性率は感染症治療に欠かせない重要な指標として利用される．その数値は常に変化するため，長期間に亘る追跡監視システムの構築が必要であるが，大規模な疾病データの収集は困難で，多剤耐性菌が原因菌と疑われる重症感染症の場合を除けば，これまで積極的にモニタリングされてこなかった．その理由として抗菌薬感受性試験のデータは膨大で，交叉耐性率の算出に多くの手間と時間が要したことが挙げられる．

本研究は岡太・今泉が開発したNonmetric Asymmetric Multidimensional Scaling（以下，NAMS）という独自のデータマイニング手法[1)]を交叉耐性率の解析に初めて導入し，抗菌薬間の交叉耐性率の類似性に着目した分類と可視化の試みを行った．本手法は医療機関の臨床データから交叉耐性率を迅速に計算し，データの類似性に基づく二次元布置を使って可視化することが出来る．これは薬剤耐性菌の抗菌薬選択の最適化に貢献出来る新技術である．

２．調査データ

調査に使用したデータは2013年１月から2018年12月までの６年間に堺市立総合医療センターの細菌検査室で薬剤感受性試験を実施した*Pseudomonas Aeruginosa*のデータを使用した．本病院は一般病床480床，感染症病床７床の規模を誇り，三次救急を担う救命救急センターも備えた地域の中核病院である．本病院は2015年７月１日に約3.5km離れた現所在地に移転する大きなイベントがあった．移動前後のデータを比較することで耐性菌の発生と伝播を時系列に検討する．

交叉耐性率の分母の耐性株を10株以上確保するため，データ集計期間は18ヶ月以上とした．闘病期間が18ヶ月を超える患者や，薬剤感受性試験を複数回受診した患者は，重複して数えることを防止するために，最初の受診データを使って耐性率，交叉耐性率を計算した．

３．調査の倫理規定

本研究は堺市立総合医療センターの治験審査委員会（承認番号：H30-119）によって承認された．接続可能なデータは匿名化し，すべてのデータは個人が特定される可能性はなく，個人に不利益が及ぶことはない．

４．耐性率および交叉耐性率

抗菌薬Ｘに対して感性，中間，耐性を示した菌株数をそれぞれ$N(S_X)$, $N(I_X)$, $N(R_X)$とした場合の耐性率RR_X（%）は次式により計算する．

$$RR_X = \frac{N(R_X)}{N(S_X)+N(I_X)+N(R_X)} \times 100$$

基準薬Ｂに対し耐性を示した株のうち別の抗菌薬Ｘに対しても耐性を示した株数を$N(R_B \cap Rx)$とした場合，基準薬Ｂに対する抗菌薬Ｘの交叉耐性率$CRR_{B \leftarrow X}$（%）は次式で計算した．

$$CRR_{B \leftarrow X} = \frac{N(R_B \cap R_X)}{N(R_B)} \times 100$$

交叉耐性率表は抗菌薬を行項目および列項目に配した正方マトリクスであり，行列のセル要素は行項目に配した基準抗菌薬Bに対する列項目に配した抗菌薬Ｘの交叉耐性率$CRR_{B \leftarrow X}$を表している（パーセント）．

５．解析結果

移転前（2013年１月１日～2014年６月30日）と移転後（2015年10月１日～2017年３月31日）のNAMS 解

表１　抗生剤系統別作用機序

略称	抗生剤名称	系統	主な機序
AMK	アミカシン	アミノグリコシド系	タンパク質合成阻害
GM	ゲンタマイシン		
IPM	イミペネム	カルバペネム系	細胞壁合成阻害
MEPM	メロペネム		
AZT	アズトレオナム	モノバクタム系	細胞壁合成阻害
CAZ	セフタジジム	セファロスポリン系（セフェム系）	細胞壁合成阻害 （ペプチドグリカン合成に干渉）
CFPM	セフェピム		
CPZ.SBT	スルバクタム・セフォペラゾン		
CPFX	シプロフロキサシン	ピリドンカルボン酸系	DNA阻害
LVFX	レボフロキサシン	ピペラシリン	
PIPC	ピペラシリン	ペニシリン系（合成ペニシリン）	タゾバクタムは代表的なβラクタマーゼ阻害剤
PIPC.TAZ	タゾバクタム ピペラシリン		

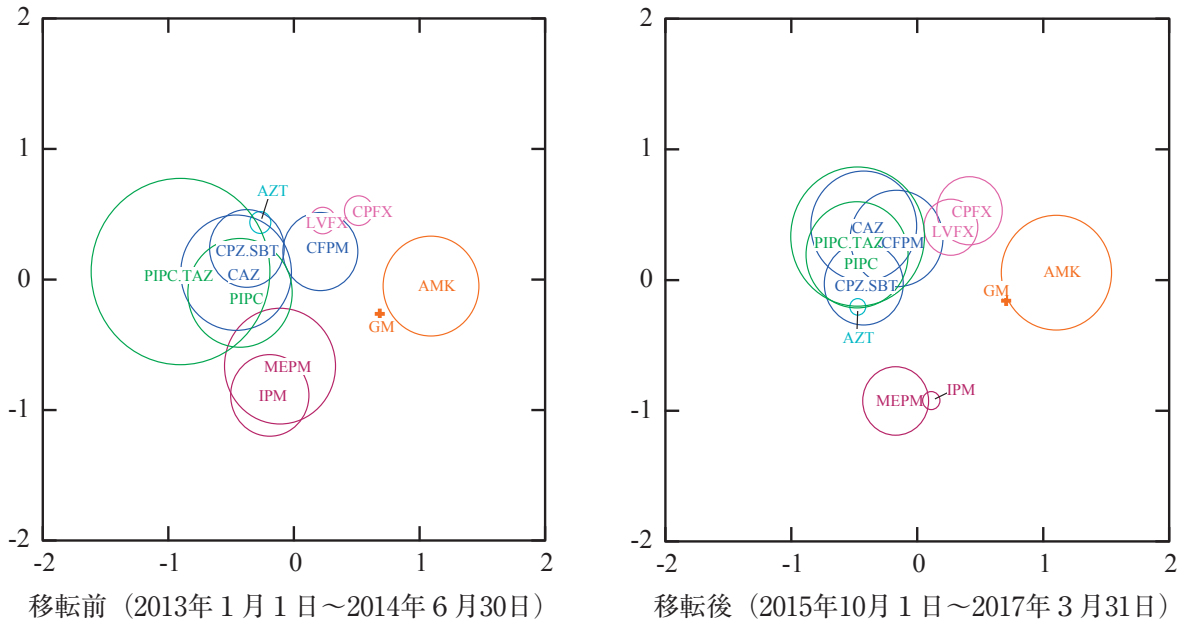


図１　移転前と移転後のNAMS解析結果

析結果を図１にそれぞれ示す．抗生剤の系統別で色分けし，機序を表１に示した．各円の距離はデータの類似性の大きさを示し，円直径はデータ間の相互作用の大きさを示す．

６．考　察

堺市立総合医療センターの移転により患者の大部分は入れ替わったが，移転前後の布置については，緑色のペニシリン系抗生剤の円が大きくなった点を除けば，特に大きな変化は見られなかった．また移転後も大きな変化も見られなかった．これは人や器具に付着して運ばれた耐性菌が新病棟に伝播し，瞬く間に再発活性化したことを示している．興味深いことに，図１では各抗生剤は同系統別に近接して示され，作用機序が近い抗生剤同士も近接した配置となった．この傾向は2013年から１月毎にそれぞれ解析した布置でも同様

に確認された．図１の布置はデータ間距離がデータの類似性を表しているので，もし医師が耐性菌への抗生剤選択に迷う場合は，布置の近い抗生剤から優先的に選択すれば効率的な処方が期待出来ることを示唆している．

７．結　論

交差耐性率のデータを分類し，薬剤選択に役立つ結果（布置）を得ることが出来た．NAMSによる臨床応用はこれが初の試みであったが，今後，さらなる臨床応用も開発されるかもしれない．本手法が医療従事者にとって新しい臨床ツールになることを期待している．

本研究は2021年11月にJournal of Clinical Pharmacy and Therapeutics (DOI:10.1111/jcpt.13564) に論文を掲載された．詳細はそちらを参照されたい．

参考文献

1）Okada, A., Imaizumi, T. Method of PC Multidimensional Scaling Configuration, Kyoritsu Shuppan Co., Ltd., Tokyo, 1994; pp.10-29. *in Japanese*.
ISBN4-320-01472-3.

HIV-1プロテアーゼと阻害薬の複合体に対するFMO計算

―IFIE解析による活性相関に重要なアミノ酸残基の特定―

矢城　陽一朗

岡山理科大学大学院工学研究科電子工学専攻

2021年12月15日受理

１．緒言

我々の研究グループは，これまで，タンパク質とその阻害剤の複合体に対するフラグメント分子軌道（Fragment Molecular Orbital：FMO）計算[1-3]から，タンパク質と阻害剤の結合エネルギーと阻害剤の活性値には強い相関があることを見出してきた[4]．この結果は，FMO計算によって，阻害剤の活性値を予測できることを示している．しかし，FMO計算の結果をタンパク質の改変や新薬・新規化合物設計への展開に実際に繋げていくためには，（1）活性値の変化に関与するアミノ酸残基の特定，（2）活性部位アミノ酸残基・リガンドのプロトン化状態，（3）水分子（結晶水）の役割，（4）熱ゆらぎ・構造ひずみの効果，といった多くの問題が残っている．本研究では，その中でも（1）の活性値の変化に関与するアミノ酸残基の特定に着目し，昨年から引き続き，HIV-1プロテアーゼと活性値（Kd値：解離定数）が異なる９個の阻害剤（図１）の複合体９種に対してFMO計算を行い，HIV-1プロテアーゼのアミノ酸残基と阻害剤の相互作用エネルギー（Inter-fragment Interaction Energy：IFIE）を算出した．そして，阻害剤とHIV-1プロテアーゼの各アミノ酸残基の相互作用エネルギー（IFIE）と各阻害剤のKd値の相関を検討し，活性相関に重要と思われるアミノ酸残基の特定を試みた．

HIV-1プロテアーゼは，エイズウイルスの増殖に必要なアスパラギン酸プロテアーゼである．その構造は，99個のアミノ酸残基から成る同一なペプチド鎖のダイマー（A鎖，B鎖）で構成されており，活性部位アミノ酸残基は，A，B鎖ともにAsp25である

２．コンピュータシミュレーション

２－１　複合体構造の構築

まず，HIV-1プロテアーゼと阻害剤の複合体構造をProtein Data Bankよりダウンロードし，HIV-1プロテアーゼと阻害剤を分離した．HIV-1プロテアーゼに対しては，分子計算ソフトウェアAMBER11[5]を用いて水素原子

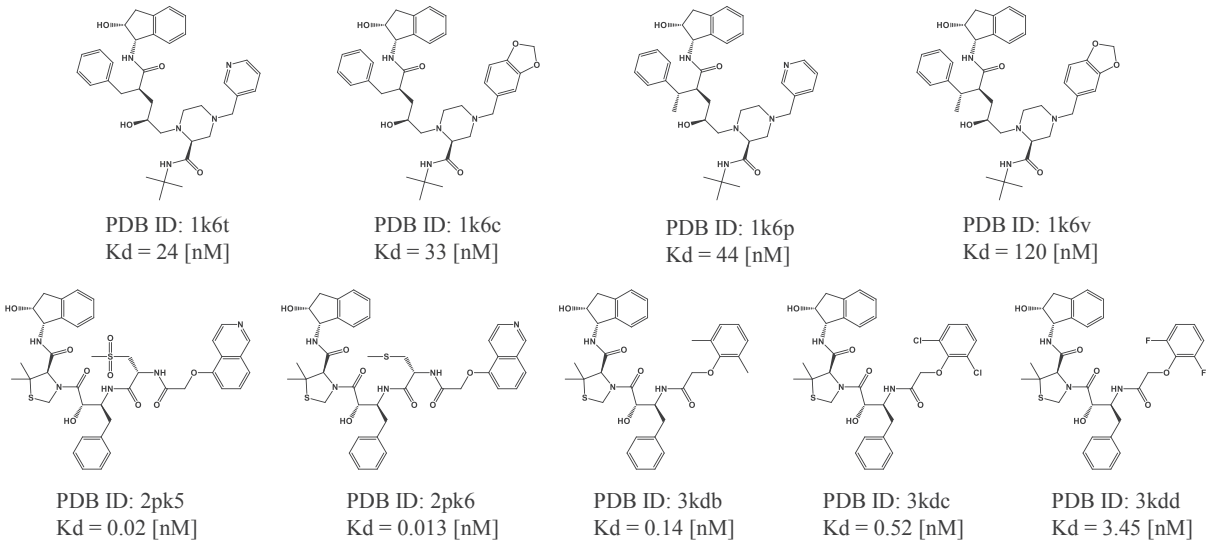


図１　計算に用いた阻害剤とそれらのKd値（解離定数）

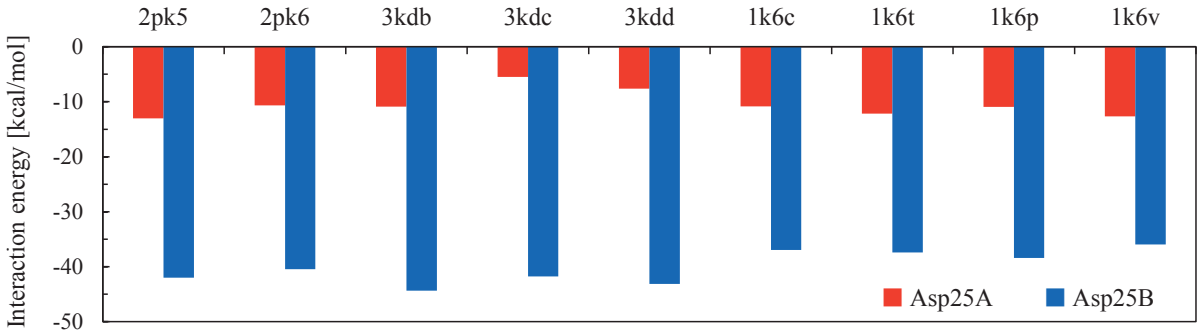


図２　各複合体における，阻害剤とAsp25（A，B）のIFIE（相互作用エネルギー）

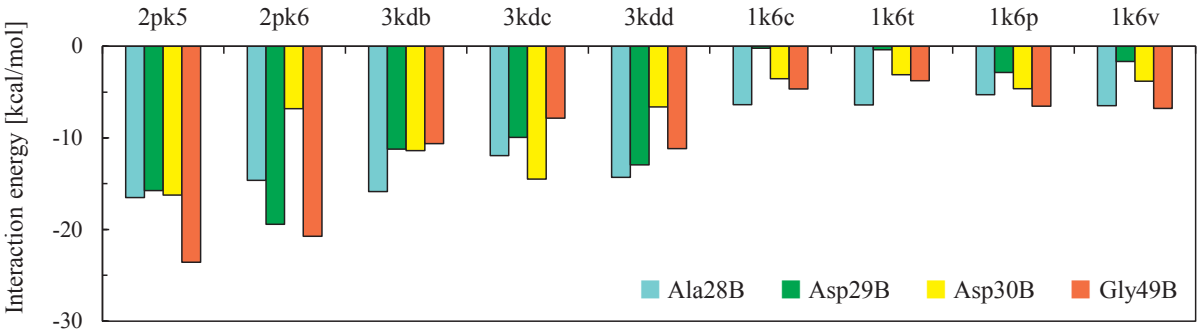


図３　各複合体における，阻害剤とAla28B，Asp29B，Asp30B，Gly49BのIFIE（相互作用エネルギー）

を付加し，N末端とC末端はそれぞれNH^{3+}とCOO^{-}で終端処理した．阻害剤に対しては，GaussViewで水素原子を付加した．また，阻害剤の電荷は，Gaussian03によるHF/6-31G(d)レベルでの全電子量子化学計算を行い，その結果からresp電荷を割り当てた．次に，AMBER11を用いてHIV-1プロテアーゼと阻害剤の複合体を再構築した後，分子力学計算により，炭素原子，窒素原子，酸素原子など重原子を固定した，水素原子のみの構造最適化を実施した．本研究では，結晶水は全て削除した．また，Asp25（A，B）のプロトン化状態については，現在，明らかとなっていないことから，プロトン化していない状態をとった．

２－２　FMO計算

得られた複合体構造に対し，スーパーコンピュータ「京」およびスーパーコンピュータ「TSUBAME」（東京工業大学）を用い，バイオ分子相互作用シミュレータMIZUHO/ABINIT-MP[6]によるFMO2-MP2/6-31G*レベルでのFMO計算を行った．HIV-1プロテアーゼはアミノ酸残基ごとにフラグメント分割し，阻害剤は複数のフラグメントに分割した．このFMO計算により，HIV-1プロテアーゼの各アミノ酸残基と阻害剤の相互作用エネルギー（IFIE）を求めた．

３．結果と討論

FMO計算による阻害剤とHIV-1プロテアーゼの各アミノ酸残基のIFIE解析の結果，阻害剤とHIV-1プロテアーゼの活性中心アミノ酸残基のAsp25（A，B）は強い相互作用をもっていることがわかった．特に，B鎖のAsp25とのIFIEは約40 kcal/molと，非常に大きいことが認められた．しかし，これらAsp25（A，B）のIFIEには，活性相関はほとんど見られないことも判明した（図２）．これは，Asp25（A，B）は，結合機構

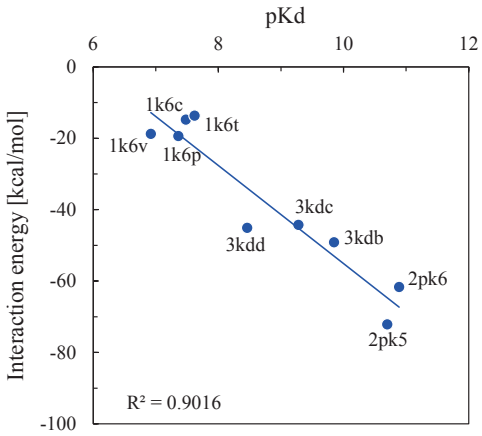


図４　阻害剤とAla28B，Asp29B，Asp30B，Gly49BのIFIEの和とpKd値の関係

そのものには直接関与するが，活性値の変化には寄与しないことを示している．

一方，阻害剤とB鎖のAla28，Asp29，Asp30，Gly49のIFIEは，それぞれが活性相関を示しているようにも見受けられた（図３）．上記の４つのアミノ酸残基のIFIEの和をとり，pKd値（$=-\log_{10}Kd$）との関係を調べたところ，非常に強い活性相関（$R^2=0.9016$：$R=-0.9495$）をもつことが認められた（図４）．ここで，Rは相関係数であり，この値が±1に近いほど強い相関があることを示している．このとき，上記の各アミノ酸残基と活性値の異なる各阻害剤との位置関係（構造）を見てみると，これらのアミノ酸残基は，各阻害剤において構造や組成が異なっている部分の近傍に位置していることが判明した．このことは，阻害剤の構造や組成に応じて，活性値の変化に繋がる相互作用をもつアミノ酸残基が存在することを示している．これらの結果は，FMO計算のIFIE解析によって，結合機構や活性相関に関与するアミノ酸残基を特定できる可能性を強く示唆するものであり，コンピュータシミュレーションによる新しい創薬に繋がるものである．

謝辞

本研究は，FMO創薬コンソーシアム（FMO Drug Design Consortium：FMODD）の活動の一環として実施され，スーパーコンピュータ「京」およびスーパーコンピュータ「TSUBAME」（東京工業大学）を利用した結果である（「京」を含むHPCIシステム利用研究課題「HPCI を活用したFMO 創薬プラットフォームの構築」課題番号：hp190119，hp190133）．また本研究の一部は，国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム（BINDS）の支援を受けた（課題番号：JP20am0101113）．

最後に，本研究の実施にあたり，甲南化工株式会社から多大なご協力・ご支援をいただいたことに深く感謝します．

参考文献

1）K. Kitaura, E. Ikeo, T. Asada, T. Nakano, M. Uebayasi, Chem. Phys. Lett., **313**, 701-706, (1999).
2）D.G. Fedorov, K. Kitaura, “The Fragment Molecular Orbital Method: PRACTICAL APPLICATION TO LARGE MOLECULAR SYSTEM”, CRC Press, (2009).
3）S. Tanaka, Y. Mochizuki, Y. Komeiji, Y. Okiyama, K. Fukuzawa, Phys. Chem. Chem. Phys., **16**, 10310-10344 (2014).
4）Y. Yagi, The Bulletin of Institute of Frontier Science and Technology, **2**, 27-29 (2020).
5）D.A. Case, T.A. Darden, T.E. Cheatham, III, C.L. Simmerling, J. Wang, R.E. Duke, R. Luo, R.C. Walker, W. Zhang, K.M. Merz, B. Roberts, B. Wang, S. Hayik, A. Roitberg, G. Seabra, I. Kolossváry, K.F. Wong, F. Paesani, J. Vanicek, X. Wu, S.R. Brozell, T. Steinbrecher, H. Gohlke, Q. Cai, X. Ye, J. Wang, M.-J. Hsieh, G. Cui, D.R. Roe, D.H. Mathews, M.G. Seetin, C. Sagui, V. Babin, T. Luchko, S. Gusarov, A. Kovalenko, P.A. Kollman, AMBER 11, University of California, San Francisco, (2010).
6）MIZUHO/ABINIT-MP, Mizuho information and research institute Inc., (2013).

FMO calculations on complexes of HIV-1 protease and its inhibitors: identification of amino acid residues important to activity relationship of HIV-1 protease by IFIE analysis

Yoichiro YAGI

Graduate School of Engineering, Okayama University of Science,
1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama 700-0005, Japan

In this study, we performed FMO calculations for the complexes of HIV-1 protease with 9 different inhibitors and computed the inter-fragment interaction energies (IFIEs) between the inhibitor and the amino acid residues in HIV-1 protease. FMO computations show that sum of IFIEs for Ala28B, Asp29B, Asp30B, and Gly49B can be strongly correlated to the dissociation constant, Kd value, of each inhibitor. We also found that these amino acid residues are located in the vicinity of parts of different structures and compositions in each inhibitor. Our results suggest that FMO calculations can be useful method to identify the amino acid residues important to activity relationship of HIV-1 protease.

Keywords: AIDS; HIV-1 protease; inhibitor; FMO calculation; interation energy.

細胞の自己凝集化技術を用いた毛細管様構造を有する球状細胞組織体の作製

橋本　真悟・岩井　良輔

岡山理科大学フロンティア理工学研究所

2021年12月15日受理

1．はじめに

全身に張り巡られた血管網が臓器の個々の細胞へ血液を介して栄養分・酸素を供給すると同時に老廃物を回収することで，生体の恒常性は維持されている．近年，再生医療への応用を指向した立体的な細胞組織体を体外培養にて作製する試みが盛んに研究されてるが，組織体のサイズがわずか0.5 mmの厚みに達しただけでも組織の中心部の細胞は壊死してしまうため[1]，現在までにcm^3オーダー組織体を細胞が生きた状態で作製可能な方法はほとんど確立されていない．細胞組織体に毛細血管網を付与することで壊死を防ぐことが可能であるとも考えられるが[2]，一度に大量の細胞を集めて組織化すると毛細血管網の構築よりも先に内部の細胞の壊死が生じてしまう．そこで，スフェロイドと呼ばれる直径が数百μm程度の小さな球状の細胞凝集体に毛細血管網を付与し，これをbuilding blockとして積層することで内部の細胞壊死を防ぎつつ組織を長大化できる可能性がある[3, 4]．

一方，スフェロイドを用いてcm^3オーダーの組織体を作製するには数万個レベルの大量数のスフェロイドが必要となるが，従来のマルチウェル型培養器を用いた作製法では，１つのウェルに細胞懸濁液を注入して１個のスフェロイドしか得ることができず，量産のための方法としては不向きであった．我々が開発した細胞の自己凝集化技術（Cell self-Aggregation Technology：CAT）においては，CATを誘導する特殊荷電ポリマー（CATポリマー）を培養表面の任意の領域に塗布することで，CATポリマーの塗布表面にのみ細胞が接着して単層形成した後，自発的な凝集化が誘導される（図1A）[5, 6]．これによって，スフェロイドをはじめCAT

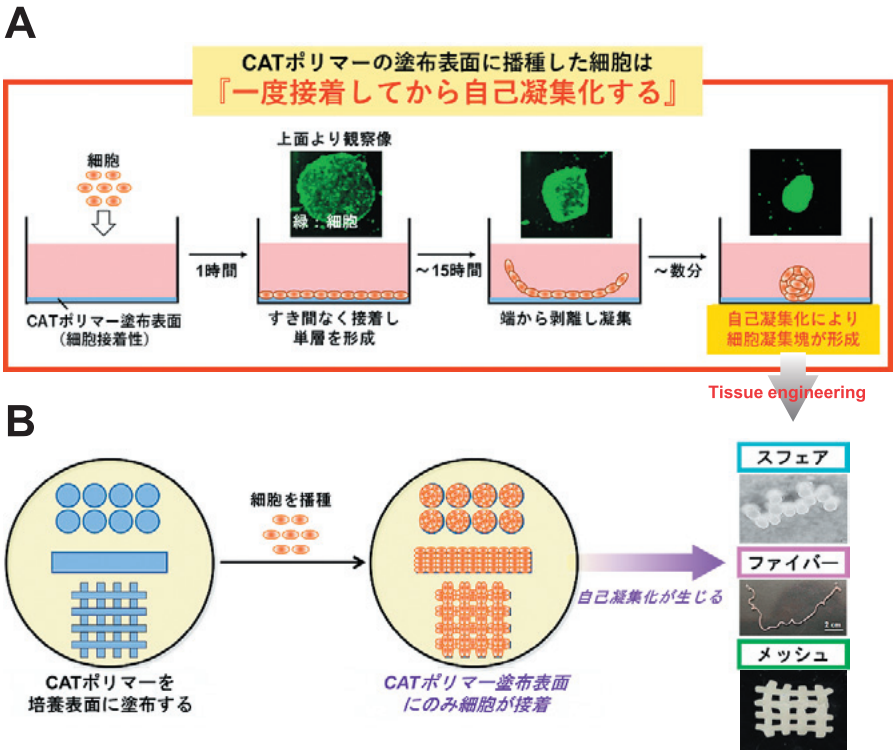


図１　細胞の自己凝集化技術（CAT）の機構（A）と細胞組織体作製への応用（B）

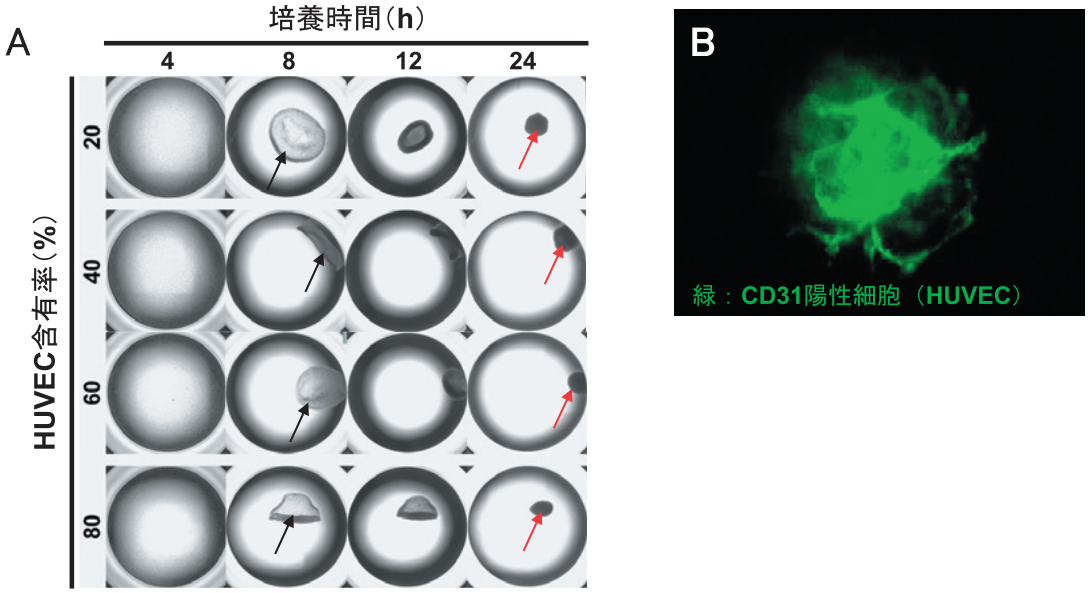


図２（A）HUVECの含有率の異なる細胞懸濁液を播種したCAT誘導表面上でのスフェロイドの形成過程
黒矢印：円盤状細胞凝集塊，赤矢印：球状細胞凝集塊
（B）HUVEC含有率80％にて形成したスフェロイドのCD31免疫蛍光染色写真

ポリマーの塗布領域に応じた形状制御されたリングやファイバー状の細胞組織体なども細胞を播種するだけで容易に得ることができる（図1B）．我々はこれまでに，インクジェット装置を用いて高精細にCATポリマーをドット状に印刷した培養皿を作製することで，１枚の培養皿に単回の播種操作だけで，単位面積（cm^2）あたり100個以上の高効率でスフェロイドを量産できる可能性を示した．本研究では，CATを用いたスフェロイド作製において，cm^3オーダーの立体組織体構築のためのbuilding blockとしての応用を指向した毛細血管構造を有するスフェロイドを作製することを目的とした．

２．材料と方法

培養皿（96マイクロウェルプレート，AGC Inc.）に43 μL/ウェルの量でCATポリマーの水溶液を塗布し室温（20～25℃）で５分間静置することでCATポリマーを培養皿表面に吸着させた後，液を吸引してCAT誘導表面とした．組織の実質細胞としてのヒト骨髄由来間葉系幹細胞（HBMSC，PromoCell GmbH）に20～80％の異なる比率でヒト臍帯静脈内皮細胞（HUVEC，PromoCelll GmbH）を混合した細胞懸濁液を6.0×10^5 cells/cm^2の密度で播種し内皮細胞増殖培地（Endothelial Cell Growth Medium 2，PromoCelll GmbH）を用いて37℃，5％CO_2雰囲気下にて７日間培養を行った．

３．結果

CAT誘導表面に播種した細胞は，HUVECの混合比率に関わらずいずれも播種２時間後には接着して隙間のない細胞単層を形成した．細胞単層は播種から４時間後には培養皿の表面から剥離し外縁部より凝集化することで円盤状の細胞凝集塊が形成して培養液中に浮遊しした（図2A黒矢印）．さらに培養することで凝集塊の形状は円盤状から球体へと徐々に変化し，播種から24時間後には20～80％のHUVECの含有率が異なるスフェロイドが形成した（図2A赤矢印）．そこで，スフェロイドを７日間培養してCD31抗原（内皮細胞マーカー）の免疫染色を行ったところ，HUVECはスフェロイドの内部で毛細血管様の網目状の構造体を形成していることが分かった（図2B）．このような毛細血管様の構造体はHUVECの含有率に関わらず形成し，HUVECの含有率が高いほどその数は増加した（Data not shown）．

４．今後の展望

CATを用いた我々独自の細胞組織体の作製法において，血管内皮細胞を組織の実質細胞と混合して播種するだけで毛細血管様の網目状構造を有するスフェロイドを作製することができた．CATポリマーを培養皿に高精細にドット印刷することで毛細血管構造を含むスフェロイドを量産することが可能であり，再生医療用の組織作製のためのbuilding blockや血管系疾患に対する創薬試験のモデルとしての応用も期待される．また，CATにおいては，ファイバーやメッシュなど細胞凝集塊の形状を制御することができるため（図１），それらにも毛細血管を付与することを検討していきたい．

参考文献

1）Mueller-Klieser W, Sutherland RM, Frequency distribution histograms of oxygen tensions in multicell spheroids. *Adv Exp Med Biol.* 159:497-508 (1983).

2）Masson-Meyers DS, Tayebi L, Vascularization strategies in tissue engineering approaches for soft tissue repair. *J Tissue Eng Regen Med.* 15(9):747-762 (2021).

3）Lin RZ, Chang HY Recent advances in three-dimensional multicellular spheroid culture for biomedical research. *Biotechnol J.* 3(9-10):1172-84 (2008).

4）Burdis R, Kelly DJ, Biofabrication and bioprinting using cellular aggregates, microtissues and organoids for the engineering of musculoskeletal tissues. *Acta Biomater.* 126:1-14 (2021).

5）Iwai R, Nemoto Y, Nakayama Y, The effect of electrically charged polyion complex nanoparticle-coated surfaces on adipose-derived stromal progenitor cell behaviour. *Biomaterials.* 34(36):9096-102 (2013).

6）Iwai R, Haruki R, Nemoto Y and Nakayama Y., J Biomed Mater Res B Appl Biomater., 105(5), 1009-1015 (2017).

Preparation of multicellular spheroids having endothelial capillary-like structures using cell self-aggregation technology

Shingo HASHIMOTO and Ryosuke IWAI

Institute of Frontier Science and Technology, Okayama University of Science,
1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama 700-0005, Japan

In this study, we attempted to prepare multicellular spheroids with capillary-like structures as tissue biulding blocks by using cell self-aggregation technology. Human bone marrow-derived mesenchymal stem cells as tissue component cells mixed with human umbilical vein endothelial cells were seeded into culture wells coated with CAT polymer and cultured for only one week to form multicellular spheroids with capillary-like network structure. Technically, it is possible to mass-produce spheroids containing capillary structures by printing high-definition dots of CAT polymer on culture dishes, and these spheroids are expected to be used as building blocks for fabricating tissues and organs for regenerative medicine and as models for drug discovery tests for vascular diseases.

Keywords: tissue engineering; multicellular spheroids; regenerative medicine; cell self-aggregation.

Cosmogenic ^{39}Ar in extraterretrial materials: Application to ^{40}Ar/^{39}Ar dating

Tetsumaru ITAYA and Hironobu HYODO

Institute of Frontier Science and Technology
Okayama University of Science
1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama, 700-0005, Japan

Accepted on December 15, 2021

Meteorites and other extraterrestrial materials have cosmogenic ^{39}Ar which may be propotional to their potassium contents. Assuming several conditions, direct in situ ^{40}Ar/^{39}Ar dating without neutron irradiation may be applicable on those naturally activated samples. We consider the condtions to obtain satisfactory results. The estimate of ^{39}Ar production rate from nuclear data shows disagreement with experimental data by several orders of magnitude, suggesting processes other than n-p transformation might be working.

Introduction

In meteorites and extraterrestrial materials, cosmogenic ^{39}Ar is normally found. The amount is small and limited because of their small sample sizes. Recent development of technology allows us to have an accurate determination of such argon isotopes even in underground (Xu, *et al.*, 2015). We have already reported a possibility of ^{40}Ar/^{39}Ar dating on meteorites without neutron irradiation in a reactor (Takeshima, 2001). Conditions for such determination is considered here.

Cosmogenic argon isotopes

We assume that the cosmogenic argon isotopes have the same process as that we observe in a nuclear reactor. The major isotope reactions in ^{40}Ar/^{39}Ar age determination are as follows.

$$^{35}\mathrm{Cl}(n,\gamma)^{36}\mathrm{Cl} \rightarrow {}^{36}\mathrm{Ar}\ (\beta\ \text{decay})$$
$$^{40}\mathrm{Ca}(n,n\alpha)^{36}\mathrm{Ar}$$
$$^{40}\mathrm{Ca}(n,\alpha)^{37}\mathrm{Ar}$$
$$^{42}\mathrm{Ca}(n,\alpha)^{39}\mathrm{Ar} \rightarrow {}^{39}\mathrm{K}\ (\beta\ \text{decay})$$
$$^{39}\mathrm{K}(n,p)^{39}\mathrm{Ar} \rightarrow {}^{39}\mathrm{K}\ (\beta\ \text{decay})$$
$$^{40}\mathrm{K}(n,p)^{40}\mathrm{Ar}$$

Possible source of neutron are solar wind and galactic cosmic ray. Because the sun is the closest source, the flux is probably the strongest. Let us assume that the neutron flux mostly from solar wind is uniform over a long period (*e.g.* 10^4 years), and assume that the production rate R_{39} is constant. The differential equation for production and decay of ^{39}Ar which has a half life of 269 years, is written as

$$\frac{dN_{39Ar}}{dt} = -\lambda_{39}N_{39Ar} + N_{39K}R_{39} \quad (1)$$

where λ_{39} is the decay constant of ^{39}Ar, and N_{39Ar} and N_{39K} represent number of atoms for ^{39}Ar and ^{39}K in a mineral, respectively. The beta decay of ^{39}Ar brings itself back to ^{39}K. Therefore, the total number of atoms during the production and dacay does not change. i.e.

$$N_0 = N_{39Ar} + N_{39K} \quad (2)$$

From this relation, Eq. (1) is rewritten as

$$\frac{dN_{39Ar}}{dt} = -(\lambda_{39} + R_{39})N_{39Ar} + N_0R_{39} \quad (3)$$

The solution of Eq.(3) is

$$N_{39Ar}(t) = N_{39Ar0}\exp[-(\lambda_{39}+R_{39})t] + \frac{R_{39}}{\lambda_{39}+R_{39}}N_0 \quad (4)$$

N_{39Ar0} is determined by initial condition; $N_{39Ar}(0) = 0$. *i.e.*

$$N_{39Ar}(t) = -\frac{R_{39}}{\lambda_{39}+R_{39}}N_0\exp[-(\lambda_{39}+R_{39})t] + \frac{R_{39}}{\lambda_{39}+R_{39}}N_0 \quad (5)$$

After a long period, N_{39Ar} reaches to an equilibrium of $N_0R_{39}/(\lambda_{39}+R_{39})$ (*e.g.* $t = 1.3\times10^3$ years for 99% of equilibrated value). This is actually the same result obtained from a equilibrium condition;

$$dN_{39Ar}/dt = 0 = -\lambda_{39} N_{39Ar} + N_{39K} R_{39} \quad (6)$$

Thus, the equilibrated ^{39}Ar is proportional to initial potassium content N_0.

The decay constant for ^{39}Ar, λ_{39} is 2.58×10^{-3}/y , or $8.17\times10^{-11}/^{39}$K atom/sec. We do not exactly know the rate R_{39}. On lunar surface for an example, R_{39} could be the same everywhere (i.e. the neutron flux is the same) over a long time. An estimation of cosmogenic ^{39}Ar in atmosphere has been made at sea level (Saldanha *et al*. 2019), although the process is different from ^{39}K (n, p) ^{39}Ar, Their value for ^{39}Ar production is 759 atoms/kgAr/day which is 5.84×10^{-28} atoms/Ar atom/sec. This is significantly lower than the detection limit in a mass spectrometer. The incoming neutron flux above atmosphere is measured by Lockwood and Friling (1968). It is dependent on the earth's latitude, varying from 0.1 to 0.8 neutrons/cm^2/sec. On the lunar surface, neutron flux is estimated by Livengood *et al*. (2018). For fast neutron, it varies from 1.2 to 16 depending on the methods.

A simple estimate of ^{39}Ar production rate can be made using cross section of ^{39}K in the n-p reaction. Assuming uniform average fast neutron flux of $F_n = 1$ neutrons/ cm^2/sec and the maximum cross section of the reaction; $\sigma = 0.38$ barn $= 3.8\times10^{-25}$ cm^2 at 10-20 MeV (Shibata *et al*., 2002), the production rate R_{39} is the number of reactions, *i.e.*;

$$R_{39} = F_n \sigma = 3.8\times10^{-25}/^{39}\text{K atom /sec} . \quad (7)$$

Since this estimate is a lot smaller than the decay constant, the equilibrated value A for ^{39}Ar after reasonably long period is,

$$A = R_{39} / \lambda_{39} = 4.7\times10^{-15}/^{39}\text{K atom} . \quad (8)$$

In other expression, cosmogenic ^{39}Ar in 1 gram of potassium of extraterrestrial material could be found as

$$A^* 1/39 = 4.7\times10^{-15}\times6.02\times10^{23}/39 = 7.3\times10^{7}\ ^{39}\text{Ar atom/g} ,$$
$$\text{or } 1.2\times10^{-16} \text{ mole/g} .$$

This value may be compared with ^{39}Ar found in Allende meteorite. In an experiment (Takeshima, 2001), ^{39}Ar contained in a chondrule of about 10^{-7} gram was typically found to have ^{39}Ar of about 10^{-12} ccSTP, which is equivalent to 4.5×10^{-17} mole. Assuming high concetration of potassium about 7%, the estimation and the experimental data disagree. It may possibly be due to a wrong estimate of neutron flux and/or that other ^{39}Ar production process are involved, suggesting that 10^7 to 10^8 times greater production rate which Allende meteorite experienced.

The similar formulation can be applied on other interfering argon isotopes. ^{36}Ar and ^{39}Ar from calcium isotopes, ^{36}Ar from ^{35}Cl, and ^{40}Ar from ^{40}K affect on the ^{40}Ar/^{39}Ar age determination. Among them ^{40}Ar may not play an important role. Since neutron has relatively short life (14.8 minutes), thermal neutron which contributes to the majority of the ^{40}K (n, p)^{40}Ar reaction, seems to exist little and its penetration in silicate materials may be shallow compared to fast neutrons.

Contribution of interfering calcium isotopes are estimated from calcium derived ^{37}Ar. It is known that ^{36}Ar and ^{39}Ar have a lot smaller production rate which is represented by ^{36}Ar/^{37}Ar and ^{39}Ar/^{37}Ar ratios of 2 - 3×10^{-4} and 7×10^{-4}, respectively. ^{36}Ar is a stable isotope, and ^{37}Ar has a half life of 35 days. Therefore, ^{36}Ar can build up, and ^{39}K from ^{39}Ar decay also adds up after a long period of time. The theoretical and experimental cross sections for ^{40}Ca (n, nα)^{36}Ar reaction varies (Shibata *et al*., 2002). In general, it is one order of magnitude less (c.a. 0.02 - 0.1 barns) compared to ^{39}K (n, p) ^{39}Ar reaction at 10-20MeV. For ^{42}Ca (n, α) ^{39}Ar reaction, the cross section ranges between 0.04 and 0.1 barns. Considering the small isotopic ratio of calcium (^{42}Ca is 0.65% of total calcium) and their small cross section compared to ^{39}Ar production in the reactions, the contribution from these interfering isotopes on ^{40}Ar/^{39}Ar age may not be significant as long as the K/Ca ratio is more than 100.

If extraterrestrial material has chlorine, it also contributes to the increase of ^{36}Ar and ^{38}Ar. We have made ^{40}Ar/^{39}Ar dating on Allende meteorite which has chlorine bearing sodalite (Takeshima, 2001; Takeshima et al., 2003). The amount of ^{36}Ar possibly from ^{35}Cl was so large compared to terrestrial material. However, it has so large amount of ^{40}Ar that ^{36}Ar does not affect the age results possibly due to the potassium content. If we assume atmospheric ratio of ^{40}Ar/^{36}Ar, the apparent "air" contamination was about 2%. Allowing some uncertainty of the age determination, the 2% error is tolerable.

Summary

The present estimate of ^{39}Ar production and experimental results disagree at least 7 orders of magnitude. Whatever processes are involved, samples from same environment would have the same production rate R_{39}.

Combination of pilot sampling with precise measurement in a laboratory and survey using in-situ measurement may be possible to carry out age mapping on extraterrestrial materials. assuming relatively low calcium content. Since in situ sampling by a laser apparatus is applicable, this method may particularly suitable for survey purpose on lunar surface and other inner planets like mars.

References

Shibata, K., Kawano, T., Nakagawa, T., Iwamoto, O., Katakura, J., Fukahori, T., Chiba, S., Hasegawa, A., Murata, T., Matsunobu, H., Ohsawa, T., Nakajima, Y., Yoshida, T., Zukeran, A., Kawai, M., Baba, M., Ishikawa, M., Asami, T., Watanabe, T., Watanabe, Y., Igashira, M., Yamamuro, N., Kitazawa, H., Yamano, N. and Takano H. (2002)"Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-3: JENDL-3.3. *J. Nucl. Sci. Technol*. **39**, 1125. from Evaluated Nuclear Data File (2021) https://www-nds.iaea.org/exfor/endf.htm

Livengood, T.A., Mitrofanov, I.G. Chin, G. Boynton, W.V. Bodnarik, J.G., Evans, L.G., Harshman, K.P., Litvak, M.L. MacCalanahan, T.P., Sagdeev, R.Z., Sanin, A.B., Starr, R.D., Su, J.J. (2018) Background and Lunar Neutron Populations detected by LEND and average concentration of near-surface hydrogen near the Moon's poles. *Planetary and Space Science* **162**. 89–104.

Lockwood, J.A. and Friling, L.A. (1968) Netron flux measurement in space, *J. Geophys. Res.* **73**, 6649

Saldanha, R., Back, H.O., Tsang, R.H.M., Alexander, T. Elliott, S.R., Ferrara, S., Mace, E., Overman, C. and Zalavadia, M. (2019) Cosmogenic production of ^{39}Ar and ^{37}Ar in argon. *Physical Review C*, **100**, 24068.

Takeshima, Y. (2001) Isotopic ratios of argon in meteorites. Bachelor's thesis. unpublished.

Takeshima, Y., Gozu, C., Tsujimori, T., and Hyodo, H., 2003. Fundamental research on the application of ^{40}Ar-^{39}Ar chronology to chondrite I: Significance of chlorine-bearing phase in Allende meteorite. Bulletin of Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science, no. 29, pp. 43–49. (in Japanese with English abstract)

Xu, J., Calaprice, F., Galbiati, C., Goretti, A., Guray, G., Hohman, T., Holts, D., Ianni, An., Laubenstein, M., Loer, B., Love, D., Martoff, C.J., Montanari, D., Mukhopadhyay, S., Nelson, A., Rountree, S.D., Volgelaar, R.B. and Wright, A. (2015) A study of the trace 39Ar content in argon from deep underground sources. *Astroparticle Physics* **66** 53–60.

北西インドNidarオフィオライト層火成岩類の角閃石化学組成とその累帯構造

佐藤　成修・今山　武志・Dutta Dripta*

岡山理科大学理学研究科総合理学専攻
岡山理科大学フロンティア理工学研究所
*インド工科大学カーンプル校

2021年12月15日受理

北西インドラダック地域のNidarオフィオライトは，白亜紀前期沈み込み初期の島弧の前弧域で形成された．ドレライト，玄武岩，安山岩の角閃石化学組成は，主にMg-普通角閃石とアクチノライトからなる．普通角閃石は，単斜輝石と共存し，マグマで結晶化した．一方，普通角閃石を置換するアクチノライトは，曹長石，緑簾石，緑泥石と共存し，緑色片岩相～角閃岩相下部の変成作用によって生成した．ドレライトの普通角閃石は，中心部から縁辺部へMg＃が低下する累帯組成構造を示し，マグマの結晶分化作用による組成変化を記録する可能性がある．

1．はじめに

ヒマラヤ造山帯は約5000万年前にインドーアジア大陸が衝突し形成された．インダスーツァンポ縫合帯は，そのインドーアジア大陸衝突の地質学的境界である．本研究対象のNidarオフィオライトは，北西インドラダック地域に位置し，インダスーツァンポ縫合帯内部の西側に分布する．Nidarオフィオライトは，白亜紀前期沈み込み初期の島弧の前弧域で形成され，斑レイ岩のSm-Nd全岩鉱物アイソクロン年代（140±32Ma, Ahmad et al., 2008）や斑レイ岩の角閃石 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年代（約124-110 Ma, Maheo et al., 2004）が報告されている．

鉱物は，段階的に成長することで，鉱物粒の中心部から周縁部に向かって化学組成が変化して，内部に累帯構造を形成する．火成岩中に見られる角閃石の組成累帯構造は，マグマから角閃石が結晶化した際の組成変化や拡散によって形成される（Costa et al., 2008）．また，角閃石組成の改変は，変成・変質作用によってもおこる．したがって，角閃石の化学組成や組成累帯構造は，マグマの分化過程や岩体の熱履歴を解析する上で重要である．本研究では，北西インドNidarオフィオライト層火成岩類の角閃石の化学組成を詳細に分析して，これらの角閃石の組成累帯構造を明らかにした．

2. 研究地域の地質概略

筆者らは，2019年６月に北西インドラダック地域の地質調査を実施して，試料を採取した．Fig. 1にラダック地域の地質図と試料採取位置を示す．ラダック地域北部は，Ladakh Batholithと呼ばれる衝突前に形成された沈み込み型花崗岩体が分布する（Buchs & Epard, 2018）．その南側には，モラッセ堆積物であるIndus Molasse帯やNidarオフィオライト層火成岩類が分布する．ラダック地域中央部には，超高圧変成岩体のTso Morari結晶質岩があり，その周囲は低変成度の古生代－中生代の堆積物（Tetraogal Nappe）からなる（Buchs & Epard, 2018）．

オフィオライトは地表に露出した海洋地殻の断片である．Nidarオフィオライトの層序は，下部から蛇紋岩類，カンラン岩，斑レイ岩，ドレライト岩脈，枕状溶岩の玄武岩と安山岩，チャートを含む火山砕屑性堆積物から構成される（Das et al., 2015）．上部の火山性堆積物はチャート，珪質岩，火山砕屑性砂岩・礫岩，凝灰岩，火山岩類から主に構成される（Buchs & Epard, 2018）．

3. 分析手法

本研究では，Nidarオフィオライト層火成岩類のドレライト，玄武岩，安山岩試料の薄片を作成し，偏光顕微鏡観察を行った．岡山理科大学総合機器センター設置の電子プローブアナライザー（JEOL，JXA-8230）を用いて，角閃石の鉱物化学組成および元素マッピング分析を実施して，角閃石の組成累帯構造の有無や二次的な角閃石を確認した．代表的な角閃石の化学組成は，Table 1に示す．

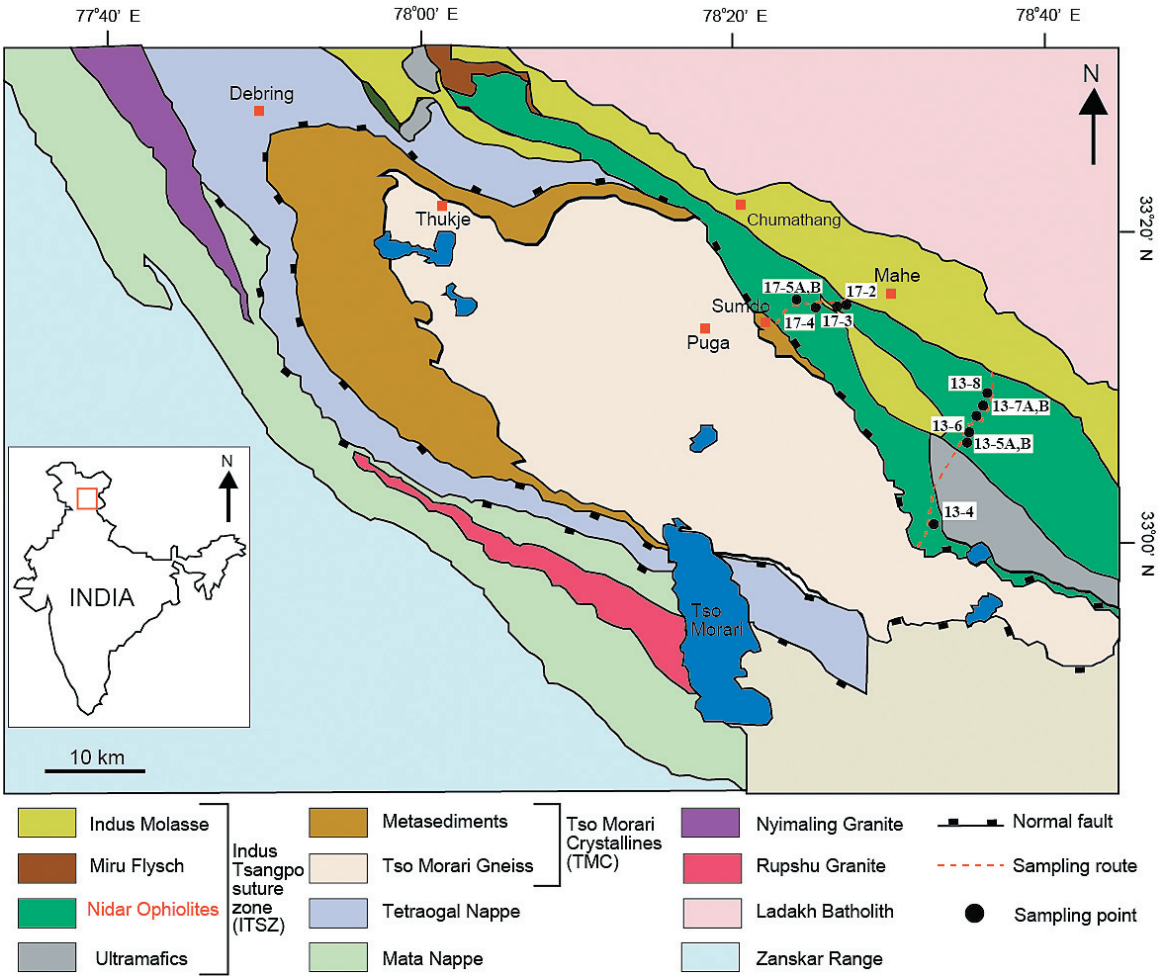


Fig. 1 Simplified geological map of the Ladakh area. Modified from Dutta and Mukherjee (2021).

Table 1 Amphibole chemical composition

Sample	Dolerite Hornblende, core	Dolerite Hornblende, rim	Dolerite Actinolite	Basalt Hornblende	Basalt Actinolite	Andesite Hornblende	Andesite Actinolite
(wt%)							
SiO2	52.18	49.27	53.78	49.68	50.89	50.96	52.61
TiO2	0.14	0.89	0.13	0.18	0.26	0.15	0.19
Al2O3	1.99	3.70	1.39	3.98	3.14	2.90	2.49
FeO	9.84	20.73	14.52	17.45	16.95	17.72	15.70
Cr2O3	0.02	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03	0.00
MnO	0.13	0.39	0.25	0.40	0.57	0.53	0.49
MgO	15.84	11.17	14.79	12.22	12.56	11.35	12.73
CaO	15.15	9.42	12.08	11.83	12.19	11.19	11.73
Na2O	0.16	0.44	0.14	0.48	0.34	0.29	0.29
K2O	0.03	0.25	0.01	0.07	0.08	0.04	0.03
Total	95.48	96.27	97.12	96.32	96.99	95.17	96.25

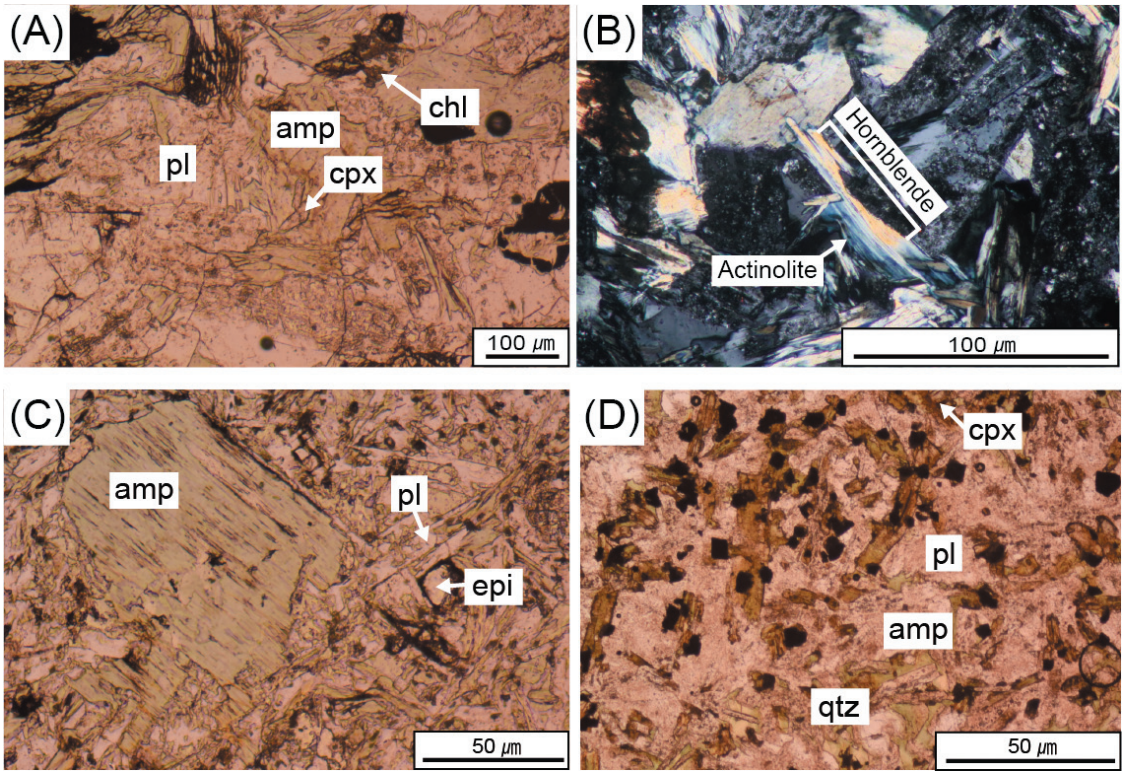


Fig. 2 Microphotographs of (a) dolerite, (b) actinolite replacing in dolerite, (c) basalt, and (d) andesite in the Nidar ophiolite.

4. 偏光顕微鏡観察

ドレライトの主成分鉱物は，斜長石と角閃石からなり（Fig. 2A），少量の単斜輝石，緑簾石，緑泥石，磁性鉱物を含む．斜長石は単柱状自形結晶と他形結晶が観察される．角閃石は，開放ニコルでは緑褐色を示し，包有物として少量の単斜輝石を含む．基質部の普通角閃石は，青白いアクチノライトによって置換される（Fig. 2B）．

玄武岩の主成分鉱物は，斜長石，角閃石および単斜輝石からなり（Fig. 2C），少量の緑簾石，緑泥石を含む．斜長石は柱状自形結晶で主に構成され，ドレライトに比べると，角閃石の量が減少し，単斜輝石の量が増加する．単斜輝石は，屈折率が高く，透明から淡褐色へ変化する多色性がある．また，石英脈がみられる．

安山岩の主成分鉱物は，斜長石と角閃石からなり（Fig. 2D），少量の単斜輝石，緑簾石，石英，磁性鉱物を含む．斜長石は，自形結晶と他形結晶が観察できる．角閃石は，開放ニコルでは緑褐色を示す．他試料と比べて，磁性鉱物が多い．

5. 角閃石組成およびその累帯構造

各火成岩類の角閃石の組成図をFig. 3に示す．ドレライトの角閃石は，主にMg- 普通角閃石とアクチノライトからなる（Fig. 3A）．普通角閃石は，顕著な組成累帯構造を示し，Mg# [Mg/(Mg+Fe^{2+})比] は，コア（0.73-0.90）からリム（0.54-0.7）へ減少する（Fig. 3A）．また，Aサイトの（Na+K）量は，コア（0.006-0.041）からリム（0.067-0.075）へ上昇する（Fig. 3B）．普通角閃石のコアとリムの境界は，Mgの元素マッピング（Fig. 4）から明瞭に区別できる．アクチノライトは，Si成分が高く，そのMg#比は0.61-0.74である（Fig. 3A）．

玄武岩の角閃石は，主にMg- 普通角閃石とアクチノライトからなる（Fig. 3A）．普通角閃石は細粒であり，明瞭な組成累帯構造は確認されない（Mg#: 0,63）．アクチノライトはSi成分が高いが，そのMg#比は0.59-0.62であり，普通角閃石と大きな差異はない（Fig. 3A）．

同様に，安山岩の角閃石は細粒であり，組成累帯構造は確認されない．角閃石は，Mg- 普通角閃石とSi成分の高いアクチノライトからなる．Mg#比は，玄武岩と同じく，普通角閃石（0.61-0.63）と，アクチノライト（0.57-0.62）の間で大差がない．

6. 議論

薄片観察からは，ドレライトの普通角閃石はアクチノライトに置換されており（Fig. 4C），アクチノライトは二次的な変質・変成鉱物であると推定される．また，アクチノライトは，曹長石，緑簾石，緑泥石と共

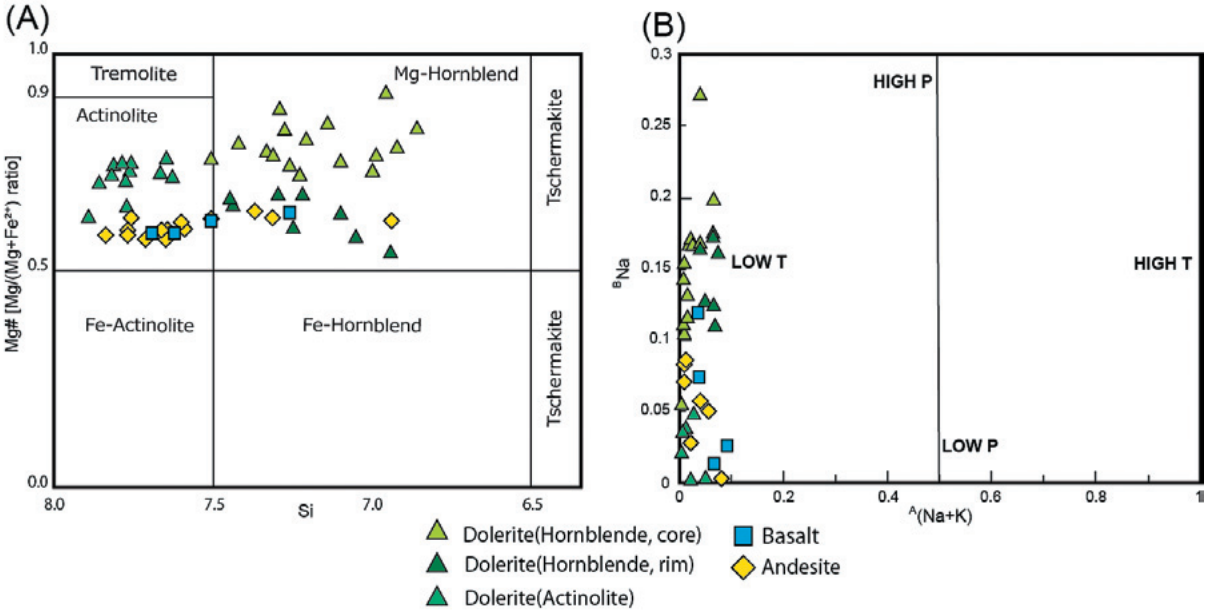


Fig. 3 Amphibole compositions plotted on (a) Mg# vs. Si content diagram and (b) Na in B site vs. (Na+K) in A site diagram.

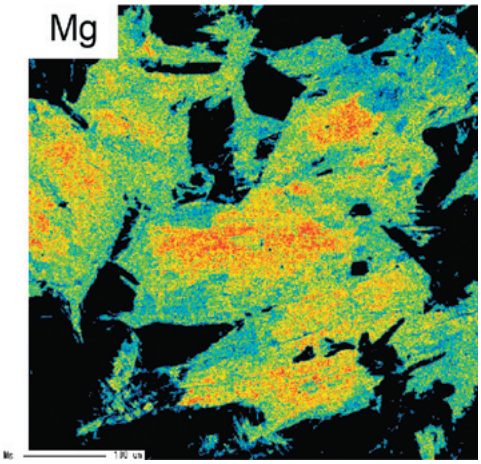


Fig. 4 Compositional X-ray map (Mg content) of amphibole.

存している場合が多い．これらの産状は，Nidarオフィオライト層火成岩類は緑色片岩相～角閃岩相下部の変成作用を被ったことを示唆する．

ドレライトの普通角閃石は，火成起源の単斜輝石と共存することから，普通角閃石は火成起源の可能性が高い．コアからリムへのMg＃の低下は，マグマの結晶分化作用，マグマ混合や拡散の影響などが考えられる．コアとリムの境界は，比較的明瞭であることから，拡散よりはマグマの組成変化の影響が示唆される．これまでに本研究地域でマグマ混合の証拠は報告されていない．ドレライトの普通角閃石のリムは，玄武岩や安山岩の普通角閃石と比較的類似していることから，より分化したマグマで結晶化したかもしれない．これらのことから，ドレライトの角閃石の累帯構造は，マグマの結晶分化作用で組成が変化した可能性がある．

Maheo et al.（2004）は，斑レイ岩３試料の角閃石の$^{40}Ar/^{39}Ar$年代を段階加熱法によって測定した．彼らは，Ca/K比に基づいて，得られた年代値をMg-普通角閃石（124-110 Ma），Fe-普通角閃石（118-112 Ma）とアクチノライト（190-129 Ma）の成長時期と結びつけた．Mg-とFe-普通角閃石が成長した124-110 MaはNidarオフィオライトの火成年代に関連するかもしれない．しかし，これらの年代値は，斑レイ岩のSm-Nd全岩鉱物アイソクロン年代（140±32Ma, Ahmad et al., 2008）に比べると見かけ上若いので冷却年代の可能性もあり，慎重に検討する必要である．また，より古い190-129 Maのアクチノライトの成長は，本研究の普通角閃石がアクチノライトに置換される産状とは一致しないので，過剰Arなどの影響も考えられる．今後，Nidarオフィオライトの生成時期を知るためには，角閃石Ar-Ar年代のスポット分析やジルコンのU-Pb年代などにより詳細な年代値を得る必要がある．

引用文献

Ahmad, T., Tanaka, T., Sachan, H. K., Asahara, Y., Islam, R., and Khanna, P. P., 2008. Geochemical and isotopic constraints on the age and origin of the Nidar Ophiolitic Complex, Ladakh, India: Implications for the Neo-Tethyan subduction along the Indus suture zone. Tectonophysics, 451, 206-224.

Buchs, N., and Epard, J. –L., 2018. Geology of the eastern part of the Tso Morari nappe, the Nidar Ophiolite and the surrounding tectonic units (NW Himalaya, India), Journal of Maps, DOI: 10.1080/17445647.2018.1541196.

Costa, F., Dohmen, R., and Chakraborty, S., 2008. time Scales of Magmatic Processes from
Modeling the Zoning Patterns of Crystals. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, v. 69 p. 545-594.
Das, S., Mukherjee, B.K., Basu, A.R., and Sen, K., Jr., 2015, Peridotitic mineral of the Nidar Ophiolite in the NW Himalaya: Sourced from the depth of the mantle transition zone and above, in Mukherjee, S., et al., eds., Tectonics of the Himalaya: Geological Society of London Special Publication 412, p. 271-286, doi: 10 .1144 /SP412 .12.
Dutta, D., and Mukherjee, S., 2021. Extrusion kinematics of UHP terrane in a collisional orogen: EBSD and microstructure-based approach from the Tso Morari Crystallines (Ladakh Himalaya). Tectonophysics, 800, 228641.
Maheo, G., Bertrand, H., Guillot, S., Villa, I. M., Keller, F., and Capiez, P., 2004. The South Ladakh ophiolites (NW Himalaya, India): an intra-oceanic tholeiitic arc origin with implication for the closure of the Neo-Tethys. Chemical Geology, v. 203, p. 273-303.

Chemical composition and zoning of amphibole from igneous rocks of the Nidar Ophiolite in northwestern India

Akinori SATO, Takeshi IMAYAMA, Dripta DUTTA*

Institute of Frontier Science and Technology, Okayama University of Science,
1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan
** Department of Earth Sciences, Indian Institute of Technology Kanpur,*
Kalyanpur, Uttar Pradesh, 208016, India

The Nidar ophiolite in the Ladakh, NW India formed in supra subduction zone during the Early Cretaceous. The chemical composition of hornblende in dolerite, basalt and andesite consists mainly of Mg- hornblende and actinolite. Hornblende coexisted with clinopyroxene and formed during magma crystallization. On the other hand, actinolite, which replaces hornblende, coexists with albite, epidote, and chlorite, and is produced by greenschist facies to lower amphibolite facies metamorphism. Hornblende in dolerite exhibits a compositional zoning in which Mg# decreases from core to rim, and may record compositional changes due to magma crystal fractionation.

Keywords: Nidar ophiolite; supra subduction zone; amphibole; chemical zoning.

岡山平野における昭和南海地震による被害と要因の再検討

―「ゆれやすさマップ」改善の試み―

西村　敬一

岡山理科大学フロンティア理工学研究所

2021年12月15日受理

１．はじめに

近い将来の発生が予想される南海トラフの巨大地震が，岡山県南部干拓地を中心に甚大な被害をもたらすことが危惧される．これに備える対策のひとつは，できるだけ詳しい地震ハザードマップを作成して，地域の防災力の向上に資することである．地震ハザードマップは，予想される震度の分布を示す「ゆれやすさマップ」と「液状化危険度マップ」であるが，後者の作成のためには震度の情報が必要であるため，「ゆれやすさマップ」が最も基本的なハザードマップということになる．

「ゆれやすさマップ」は，2011年東日本大震災の経験を踏まえて全国各地の自治体で作成されている．岡山県では，県が作成した「ゆれやすさマップ」のデータが，独自にマップを作成した岡山市以外の市町村で活用されている．このように「ゆれやすさマップ」が出揃った段階では，それが1946年12月21日に発生した昭和南海地震による被害分布とどの程度合致するかを検証することが必要になる．

筆者はこれまでの報告[1),2)]で，重力探査法を用いて推定した岡山平野の花こう岩質基盤構造モデルと地震波の３次元焦点効果から予想される地表における地震波線集中域を，過去の南海地震による被害分布を比較した．その結果，少なくとも，甚大な被害が生じた児島湾干拓地の興除-藤田地区と沖新田地区では，損壊家屋の多くが波線集中度の特に高い区域に分布することが明らかになった（以下，地名は図１と図４を参照）．

しかし，この結果に基づいて「ゆれやすさマップ」の改善を図ろうとすると，次の２つの問題に直面することがわかった．すなわち，（１）岡山県の『おかやま防災ナビ』[3)]に示されている昭和南海地震の被害状況，および，その典拠となっている岡山懸警察部（当時）による被害状況一覧表[4)]が，被害の実態をどの程度正確に反映しているかを問い直す必要がある；（２）昭和南海地震の発生当時は家屋の耐震性が著しく低かったことから，家屋損壊の原因として強震動だけでなく，液状化に代表される地盤変状の影響も考慮する必要がある，という問題である．

そこで，小論では，これら２つの問題について再検討したのち，液状化が生じず強震動の影響のみを考慮できる興除地区と藤田地区（１区，２区）を対象にして，「ゆれやすさマップ」の改善を試みることにした．

２．昭和南海地震による岡山平野の家屋損壊に関するデータの問題点

上述の岡山懸警察部による被害状況一覧表は，岡山測候所（当時）が地震発生の５日後（12月26日）に纏めた『地震調査記録』[4)]に引用され，さらに2007年に岡山県備前県民局が発刊した冊子[5)]にもそのまま引用されている．その他にも，1970年代初め～1990年代中頃に編纂された児島湾周辺の郡誌，町村史誌に記録されているが，この頃には地震災害の記憶が風化し資料も散逸していたようで，昭和南海地震に割かれているページ数は少なく，家屋損壊数のデータも岡山懸警察部の被害状況一覧表と辻褄が合わないことが多い．

そこで，差しあたり，岡山懸警察部による被害状況一覧表を県全体の被害についての一次資料と考えるほかないことになる．しかし，この一覧表には被害の実態を比較的正確に反映している部分と無視できない疑問点を含む部分とが混在している．まず，前者の事例は，児島湾干拓地東部の沖新田，幸島新田などの21町村における被害状況については，地震の３日後（12月24日）に纏められた詳細な一覧表[6)]の大部分が使われていることである（ただし，被害の分類が異なるので数値には違いがある）．沖新田での震災体験者の証言[7)]によると，この一覧表は，地震後すぐに立ち上げられた地震対策委員会によるもので，短時日のうちに詳細な資料を作成できたのは，戦前からの農民運動などを通じて住民間の繋がりが強かったからだということである．

これとは対照的に，児島湾干拓地西部における被害については，例えば，

興除村……全壊200戸，半壊100戸，
藤田村……全壊30戸，半壊50戸
灘崎町……全壊10戸，半壊50戸

という概数しか示されていないので，この部分が岡山懸警察部による被害状況一覧表の信頼度を損うことになっている．ちなみに，『興除村史』（1971）と『藤田村史』（1977）では，それぞれの家屋損壊数が

興除村……倒壊家屋合計28戸，半壊家屋合計数10戸に及ぶ．
藤田村……家屋全壊115戸，半壊327戸．

とされていて，どちらが被害の実態に近いのか分からない状況になっている．

岡山懸警察部による被害状況一覧表に関わるもう１つの疑問点は，地震の半月後（1947年１月５日）に作成された都窪浅口地方事務所による『震災被害調査表』[8]と比べると，特に家屋半壊数が桁違いに異なっていることである．一例として，表１に，吉備中山と早島の間を東西に伸びる旧・庭瀬-鴨方往来沿いの町村および茶屋町における家屋損数についての２つの資料の比較を示す．

表１　旧・庭瀬-鴨方往来沿いと茶屋町における家屋損壊状況に関する２つの資料の比較

町村名	岡山懸警察部		都窪浅口地方事務所	
	家屋全壊	家屋半壊	家屋全壊	家屋半壊
白石村	4	40	対象外	
大野村	4	1		
今　村	8	7		
吉備町	5	空欄	空欄	322
庄　村	4	6	5	240
茶屋町	5	15	15	603

昭和南海地震が第２次世界大戦終結の翌年に発生したため，混乱が続く中での被害状況調査に困難が伴ったことは想像に難くない．また，家屋全壊・半壊の判断基準が現在以上に曖昧であったことも事実である．しかし，今日に至っても，岡山懸警察部による被害状況一覧表に依拠した「住家全壊1,200戸，住家半壊2,346戸」という情報が，岡山県の『おかやま防災ナビ』に掲載され続けるのは問題があると言わざるを得ない．

以上の検討の結果，現時点で「ゆれやすさマップ」の検証に用いうる比較的信頼度の高い情報は，（１）児島湾干拓地東部の沖新田・幸島新田などにおける被害[6]，および，（２）近年の地域防災活動の一環として丹念に調べ上げられた児島湾干拓地西部の興除・藤田地区（１区と２区）における被害に関する資料であることが分かった．（２）については，「ゆれやすさマップ」の改善を考える対象域として後述する．

３．昭和南海地震による家屋損壊の要因としての強震動と地盤液状化の関係

この節では，上述の（１）児島湾干拓地東部の沖新田・幸島新田と（２）西部の興除・藤田地区を例にとって，それぞれの地区における被害の要因として，強震動と地盤液状化がどのように影響したかについて検討する．

地盤液状化のメカニズムと対策工法の研究が進んだ現代では，液状化によるライフライン等の損傷は深刻であるが，家屋の倒壊や全壊に至る甚大な被害は少ないと考えられる傾向がある．実際，関東平野などで液状化が多発した2011年東日本大震災の場合も倒壊または全壊した家屋は少なかったことが，各種の調査結果から読み取れる．

しかし，これが1946年に発生した昭和南海地震にも当てはまるかどうかは疑問である．なぜなら，液状化の問題が耐震工学の対象となり，メカニズムや対策工法の研究が始まったのは，鉄筋コンクリートの県営住宅が転倒した1964年新潟地震以降であり，また，1950年に初めて建築基準法が制定され，木造家屋に筋交いを入れることが義務づけられるまでは，家屋の耐震性が著しく低かったと考えられるからである．

このような事情を考慮すると，昭和南海地震による岡山平野の家屋損壊数のデータには，強震動だけでなく地盤液状化による全壊・半壊も含まれている可能性があると考えられる．

そこでまず，児島湾干拓地における昭和南海地震による液状化被害の分布を，震災体験者の証言および地域史誌の記載に基づいて調べた．図１にその結果を示す．この図から読み取れる最も顕著な特徴は，児島湾干拓

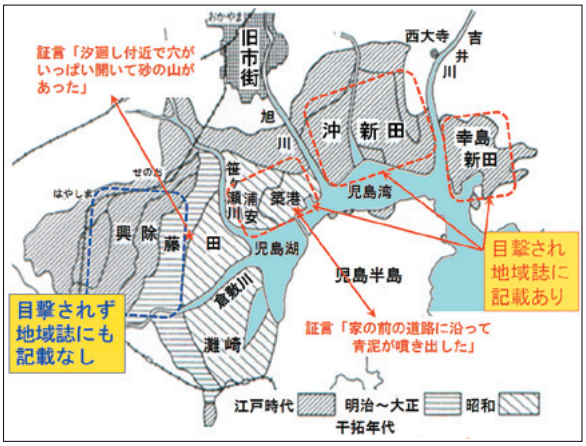


図１　児島湾干拓地における昭和南海地震による液状化被害分布の概要

地の中部･東部と西部とでは，液状化の発生状況が全く異なることである．すなわち，笹ヶ瀬川の東の浦安から沖新田・幸島新田にかけての干拓地では広範囲に液状化が生じたのに対し，西側の興除・藤田地区では液状化しなかったことである．実際，後者の地区で昭和南海地震を体験された21名の方々は，異口同音に液状化現象を目撃せず話にも聞いたことがないと証言されている[9]（図に記した証言：「潮回しに開いた穴と砂の山」は，地震発生時は未干拓であった現・藤田六区との間の締め切り堤防にみられたものである）．

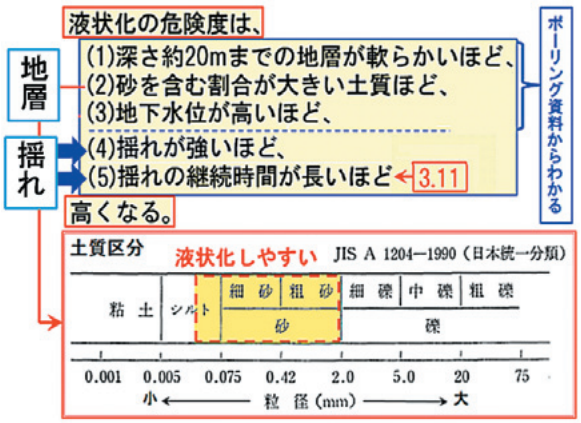


図２　液状化危険度を左右する要因

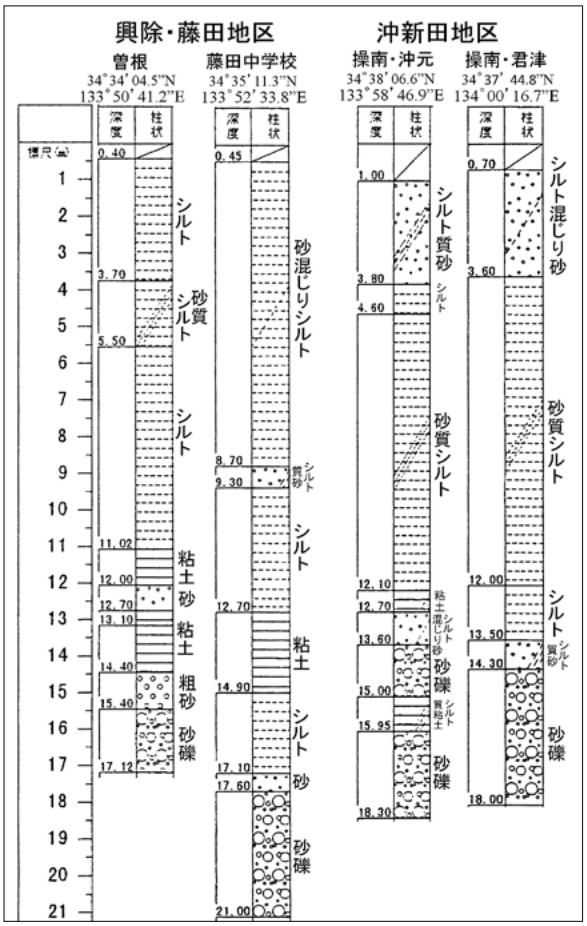


図３　興除・藤田地区と沖新田操南地区と上南地区のボーリング柱状図の実例

地盤液状化のメカニズムについての最近の知見によれば，液状化の発生状況が異なった理由は，深さ20mまでの地盤の土質区分と物性，地下水位の違いに求めるべきであると考えられる．図２に，最近の知見をもとにして纏めた，地盤液状化危険度を左右する要因を示す．この図から，児島湾干拓地の中部･東部と西部とで液状化の発生状況が異なったおもな理由は，ボーリング標準貫入試験によって調べられる深さ20mまでの地層の土質区分と物性であることが分かる．このうち地層の軟らかさ（締まり具合）はボーリング柱状図のN値として表される．また，土質は地層を構成する粒子の粒径（mm），粘土と砂の質量混合比に従って，次の２つに大別される：

タイプＡ：砂を多く含む層：「シルト混じり砂」，「砂質シルト」，「細砂」，「粗砂」など

タイプＢ：粘土・シルトを多く含む層:「粘土」，「粘土質シルト」，「砂混じりシルト」など

ここで「混じり」と「質」という修飾語は，それぞれ，語の前に記される土質粒子の含有比が，５%以上～15%未満か15%以上～50%未満かに応じて使い分けられる．

この区分に従って，岡山市の地震ハザードマップの作成に用いられたボーリング柱状図[10]を調べた結果，沖新田の操南地区と上南地区では砂を含む割合が大きいタイプＡの地層が多く，興除・藤田地区ではシルトの割合が大きいタイプＢの地層が圧倒的に多いことが分かった．図３に，それぞれの事例を簡略図で示す．

ボーリング柱状図にみられる地層のタイプの明瞭な違いは，その情報を用いて算出される液状化危険度に反映する．実際，岡山市が南海トラフ巨大地震（Mw9.0）を想定して作成した液状化危険度マップ[11]をみると，図４に示したように，沖新田では液状化危険度が極め

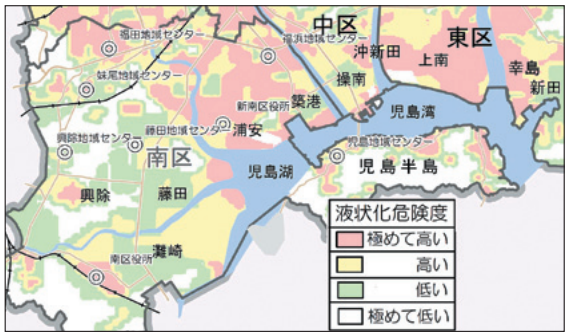


図４　岡山市作成の液状化危険度マップ．原図から児島湾周辺部を抜粋して加筆．

て高い地域が広く見られるのに対して，興除・藤田地域ではほぼ全域にわたって液状化危険度が低いと予想されている．この関係は，図１に示した昭和南海地震による液状化被害の分布とほぼ一致しており，興除・藤田地域で液状化現象が生じなかった理由は，表層の地盤が砂をほとんど含まず，シルトを主とする地層で構成されているためであることを示している．これに関連するひとつの謎は，児島湾干拓地の殆どが砂を多く含む表層地盤で覆われているのに対し，興除・藤田地区だけには，砂を含まずシルトの多い表層地盤が堆積しているのはなぜかという問題である．

この謎を解く鍵は，歴史地理学の研究で明らかにされているように[12]，興除・藤田地区の表層堆積物は，1910年～1925年に改修されるまでは本流であった旧東高梁川沿いの流路から，倉敷川や吉岡川沿いの流路を経由して運ばれたということである．その具体的なイメージは，図５の高梁川の古水系[13]として表されている．

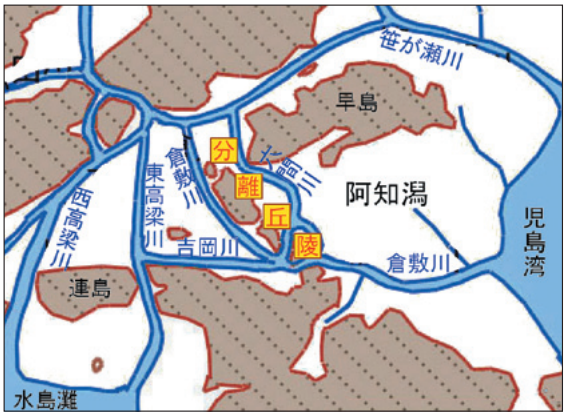


図５　嘉永７年（1854年）の備中古図をもとにした東高梁川の古水系．国土地理院による原図から抜粋して加筆．

図５から推定されることは，倉敷川や吉岡川に沿った流れの途中に北西-南東方向に並ぶ分離丘陵が存在するため，堆積物の分級作用が促進された可能性である．すなわち，丘陵の間の狭窄部によって妨げられて遅くなる流れから粒径の大きい砂が沈殿する一方，狭窄部を通り抜ける速い流れによって微粒のシルト・粘土が運ばれ，阿智潟（現在の興除・藤田地区）に供給したと考えられるのである．

この推定は，分離丘陵の上流に位置する倉敷市立支援学校で2015年に行われた５本のボーリング調査によって裏付けられた．どの柱状図からも深さ13～14mまでの地層が均質な砂で構成されていることが明らかになったのである[14]．この地域が倉敷市の液状化危険度マップにおいて，液状化危険度が極めて高いとされているのは当然である．これは，分離丘陵を挟んで東側にある興除・藤田地区が，液状化危険度が低い地域とされていることと対照的である．

以上の検討の結果明らかになったことは，児島湾干拓地の中でも興除・藤田地区だけは，昭和南海地震による家屋損壊の原因を強震度に限定できるが，他の地域については地盤液状化の影響をも考慮する必要があるということである．

４．興除・藤田地区を対象とする「ゆれやすさマップ」改善の試み

これまでに述べた検討の結果，昭和南海地震による家屋損壊について信頼度の高い情報が得られ，損壊の要因を強震動のみに帰することができるのは，児島湾干拓地の西部に位置する興除・藤田地区であることが明らかになった．この地域では，防災活動の中で丹念に調べられた全壊家屋の分布図があるので，その内容を昭和南海地震体験者からの聞き取り調査を通じて確めることができた．これが興除・藤田地区を「ゆれやすさマップ」改善の対象域として取り上げる理由である．

次に，「ゆれやすさマップ」のどの部分を改善するのかについて図６を参照しながら説明する．一般に，日本各地の「ゆれやすさマップ」は，内閣府の技術資料[15]に従って作成される．岡山県・岡山市も同様で，内閣府が提供した南海トラフ巨大地震（Mw9.0）からの地震波による工学的基盤面（図６）での最大地震動のデータに表層地盤による増幅度を掛け合わせ，地表における震度で表したものが図化される．

ここで問題になるのは，「ゆれやすさマップ」には1995年阪神・淡路大震災の教訓が生かされていないという弱点である。すなわち，地表における地震動は，表層地盤だけでなく深い岩盤の影響を受けるため，被害分布の原因を明らかにするためには地震基盤面（図６）の深さと形状をも考慮しなければならないという教訓である．関東・中部・近畿圏の大都市を除けば，地震

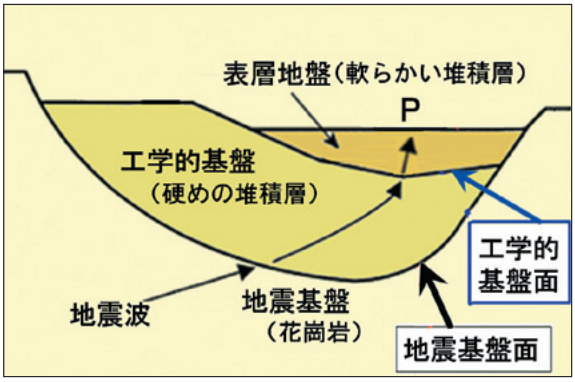


図６　岡山平野を念頭においた地下構造の模式図

基盤の構造はほとんど分かっていないため，内閣府から自治体に提供される工学的基盤面での最大地震動のデータには，その影響が十分考慮されていない．

筆者は，この問題の解決を目指して，岡山平野の地震基盤に相当する花こう岩質基盤構造を調べ，得られた構造モデルの地震基盤面に昭和南海地震の震源域から放射された地震波（S波）が入射する場合の３次元「焦点効果」を計算し，地表における地震波線集中度を求めた[1]．図７に，その結果を昭和南海地震による全壊家屋の分布とともに示す．

図からわかるように，昭和南海地震によって全壊した家屋がS波集中域（赤色）に分布し，特に南部では両者の位置はほぼ重なっている．この関係から，昭和南海地震による家屋損壊の要因は，表層地盤による地震波の増幅に，地震基盤面の深さと形状による地震波の「焦点効果」が重なったものであることが強く示唆される．そこで，全壊家屋の分布とS波集中域との一致度が高い部分を対象にして，岡山市作成の「ゆれやすさマップ」に図７のS波集中域を重ね合わせてみた．その結果を図８に示す．

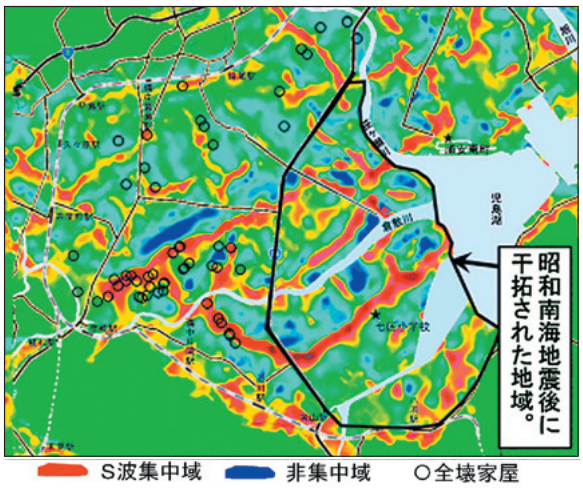


図７　児島湾干拓地西部における地震基盤面の形状によるS波の「焦点効果」を考慮した，地震波線集中域・非集中域と全壊した家屋の分布との関係

岡山市作成の「ゆれやすさマップ」では表層地盤による地震波の増幅しか考慮されていないため，興除・藤田地区の全域にわたって震度６弱が予想されている．地域住民の間では，このマップが公表された時から,「昭和南海地震の被害が曽根（興除南部）や灘崎（藤田１区）の北部で特に大きかったことが表されていない」という批判の声が聞かれたが，地震基盤面の深さと形状による地震波の「焦点効果」を重ねた改善案には,それが相対的に震度が高い帯の形で表されている．なお，この帯状の区域に予想される震度を定量的に表すことは難しいが，地震波線の集中度が他の区域の３倍前後になるので，震度６強になる可能性があると考えられる．

４．まとめと今後の展望

岡山平野・児島湾干拓地における昭和南海地震による家屋損壊の実態を把握し，被害をもたらした要因の再検討を行った．その結果，被害分布についての信頼度の高い情報が得られ，その要因を強震動のみに帰することができるのは興除・藤田地区であることが明らかになった．そこで，この地域を対象とする「ゆれやすさマップ」の改善を試み，表層地盤だけでなく深部の地震基盤の影響をも反映する，新たな「ゆれやすさマップ」を作成することができた．今後，岡山市立中央図書館，倉敷市歴史資料整備室などで収集が進められている詳しい一次資料を参考にして，より広い地域を対象とする地震ハザードマップの改善を図りたい．

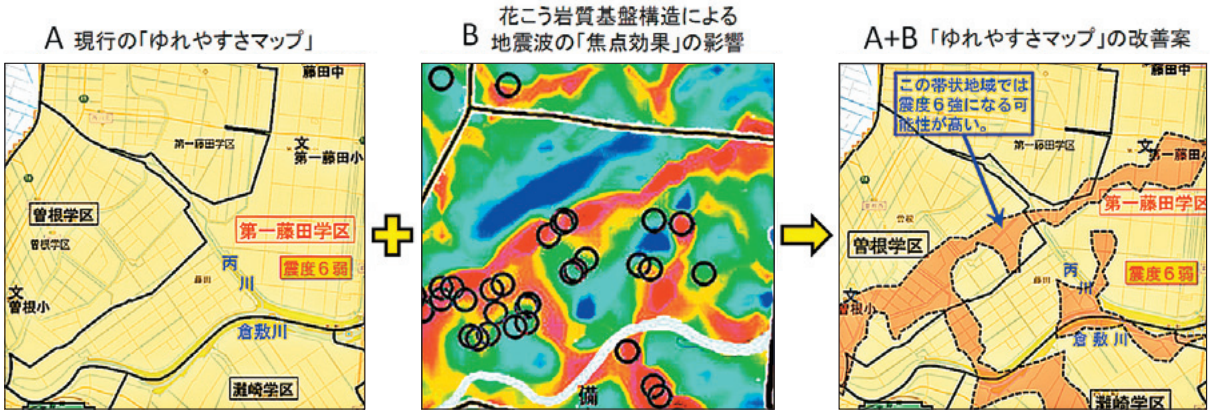


図８　興除・藤田地区を対象地域とする「ゆれやすさマップ」の改善の試み．表層地盤による地震波の増幅だけを考えた現行のマップと深部の地震基盤の影響を表す図との重ね合わせ．

謝辞

昭和南海地震による被害に関する諸資料の検索，収集にあたり，ご協力ご助言を頂いた岡山シティミュージアム館長補佐 飯島章仁氏に深謝いたします．また，地震発生直後に纏められた『昭和21年12月21日地震調査記録・被害調査（岡山懸下）』（1946年12月26日）の閲覧と複写を許可して下さった岡山地方気象台の関係各位に厚く御礼申し上げます．

参考文献

1）西村敬一，岡山理科大学技術科学研究所年報，第35号，45-57（2017）．
2）西村敬一，岡山理科大学フロンティア理工学研究所研究報告，第２号，45-50（2020）．
3）http://kikikanri.pref.okyama.jp/gcon/bo33gnsaigai.Html（2021年12月現在 閲覧可能）．
4）『昭和21年12月21日地震調査記録・被害調査（岡山懸下）』（1946年12月26日）．岡山地方気象台に保管．
5）『管内震災被害状況（昭和21年12月24日現在）』．岡山市立中央図書館に保管．
6）岡山県備前県民局『岡山県南部における南海地震の記録―昭和南海地震・安政南海地震』（2007）．
7）田辺典子：『昭和南海地震による岡山平野･沖新田の被害―上南地区震災体験者の証言』（2008）．
8）https://www.city.kurashiki.okayama.jp/37292.html（2021年12月現在 閲覧可能）．
9）新谷美沙紀：『昭和南海地震による岡山平野の被害―興除・藤田地区の震災体験者の証言』，（2012）．
10）『岡山市震災対策関係調査業務委託 地質柱状図集』（1997）．
11）https://www.city.okayama.jp/cmsfiles/contents/0000012/12087/000166596.JPG（2021年12月現在 閲覧可能）．
12）植松岩實：『岡山平野の歴史地理―地図的思考に基づく―』（2008）．
13）https://dil.bosai.go.jp/works hop/06kouza_kankyo/pdf/48_okayama.pdf（2021年12月現在 閲覧可能）．
14）岡山県『おかやま全県統合型GIS 地盤情報』よりダウンロード可能．
15）内閣府（防災担当）：『地震防災マップ作成技術資料』（2005）．

Re-examination of the damage distribution and its causative factors in the reclaimed lands of the Okayama Plain during the 1946 Nankai earthquake to improve the seismic shakability map

Keiichi NISHIMURA

Institute of Frontier Science and Technology, Okayama University of Science,
0-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama 700-0005, Japan

In order to improve the seismic shakability map for the reclaimed lands of the Okayama plain, documents on the distribution of heavy damages to house and its causative factors were critically examined. Detailed information, gathered in the western part of the reclaimed land through local dissaster prevention activities, was found to be usable for researching the characteristics of the seisimic ground motins which brought the severe damage to that part of reclaimed land. In conclusion, it was suggested that, in addion to amplification by shallow soft sediments, the effect of bedrock topography on the seisimic ground motion should be taken into account for improving the current seismic shakability map.

Keywords: distribution of damages to house, 1946 Nankai earthquakes, reclaimed land of the Okayama plain, seismic shakability map.

土壌から農産物への元素移行係数の算出

猶原　順・林　愿

岡山理科大学大学院工学研究科生体医工学専攻

2021年12月15日受理

１．はじめに

人々の公害に対する認識が高まるにつれ，高濃度かつ局所的な汚染は影をひそめ，環境汚染が原因と思われる農産物や人体の急性被害の報告は特に先進国において減少している．しかし，世界規模での鉱物資源の消費量は年々増加しており，重金属をはじめとする有害物質による環境の汚染は，低濃度・広域的なものへとその質を変化されていると考えられる[1]．有害元素により農産物が汚染される経路として①化石燃料の燃焼によるSPMなどの大気汚染物質が直接あるいは降水に伴って農産物に付着する汚染形態である，直接汚染経路，および②土壌を介して経根吸収される間接汚染経路の２つに大別される[2]．降雨などが原因で重金属などの有害物質が土壌から溶出することによって用水などが汚染されることが予測されており[3]，また水系からに，土壌に，さらに農産物へ移行する状況が考えられる．

また，希土類元素など各種微量元素の土壌―水系における吸脱着やその特性を明らかにすることは，有害元素の植物や環境へ与える影響を評価する上で重要である．

本研究では，農産物環境において，土壌から植物へ移動する際の濃縮率を調べる目的で，中国及び日本の土壌及び農産物を採取し，その元素移行係数を算出した．移行係数は土壌から植物への移動濃縮率のことである．ICP-MSにより48元素を測定し，土壌から農産物への元素の移行係数を算出した．

２．実験方法

２－１　実験材料

農産物は，前報[4] に示す試料で，米，豆などを日本及び中国で採取及び購入した．日本産については岡山市南区，岡山市東区の畑及び水田から農産物を採収した．中国産については，農産物はスーパー及び市場で購入した．また，土壌及び水試料についても同地域で試料を採取した．

２－２　元素分析

電子天秤を使用し精秤した試料土壌及び農産物約0.1 gと硝酸（ナカライテスク，関東化学）6 mlをテフロン製分解容器に入れ，密閉した．マイクロウェーブ試料分解装置を用いて，分解後，0.45 μmのDISMIC（ADVANTEC）でろ過し，濾液を100 mlにメスアップした．前処理を行った試料溶液を，高周波誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS：SII製）用いて48元素（Li，Be，B，Na，Mg，Al，Si，K，Ca，V，Cr，Mn，Fe，Co，Ni，Cu，Zn，Ga，As，Se，Rb，Sr，Y，Rh，Ag，Cd，In，Cs，Ba，La，Ce，Pr，Nd，Sm，Eu，Tb，Dy，Ho，Er，Tm，Yb，Lu，Hg，Tl，Pb，Bi，Th，U）を測定した[4]．

３．実験結果及び考察

３－１　土壌から農産物への元素移行係

図１①，②に土壌から農産物への元素移行係数を示した．移行係数は以下の式に算出した．

$$\text{元素移行係数} = \frac{\text{農産物中元素濃度（mg/kg）}}{\text{土壌中元素濃度（mg/kg）}}$$

移行係数が１を超える元素はNa，K，B，Mg，Cu，Zn，Cr，Mn，Co，Ni，Se，Rb，Ag，In，Csであった．特にK，Cr，Se，Agは10以上であり，最も高い値を示した元素はCr，Agであった．移行係数が１超えるということは，植物が土壌中元素を積極的に濃縮していることを示している．植物にとっての必須元素であれば積極的に取り込むことは理解できるが，不要，または有害元素を濃縮する理由は明らかではない．浙江省の大豆，緑豆，小豆，トウモロコシのCrは100前後と非常に高い値であった．同様に浙江省の大豆，緑豆，小豆，トウモロコシAgも100前後と非常に高い値であった．これらの元素は植物にとって必須元素ではないことより，農作物が汚染される経路の内，大気中の元素が直接あるいは降水に伴って農作物に付着する汚染形態である直接汚染経路が考えられる．

日本と中国を比較すると，Alでは日本の値が低く，土壌からの溶出が小さく，農産物への取込みが小さかったと考えられる．日本ではpH5以下の酸性雨が降っているが，土壌の緩動能力が高いため，土壌から

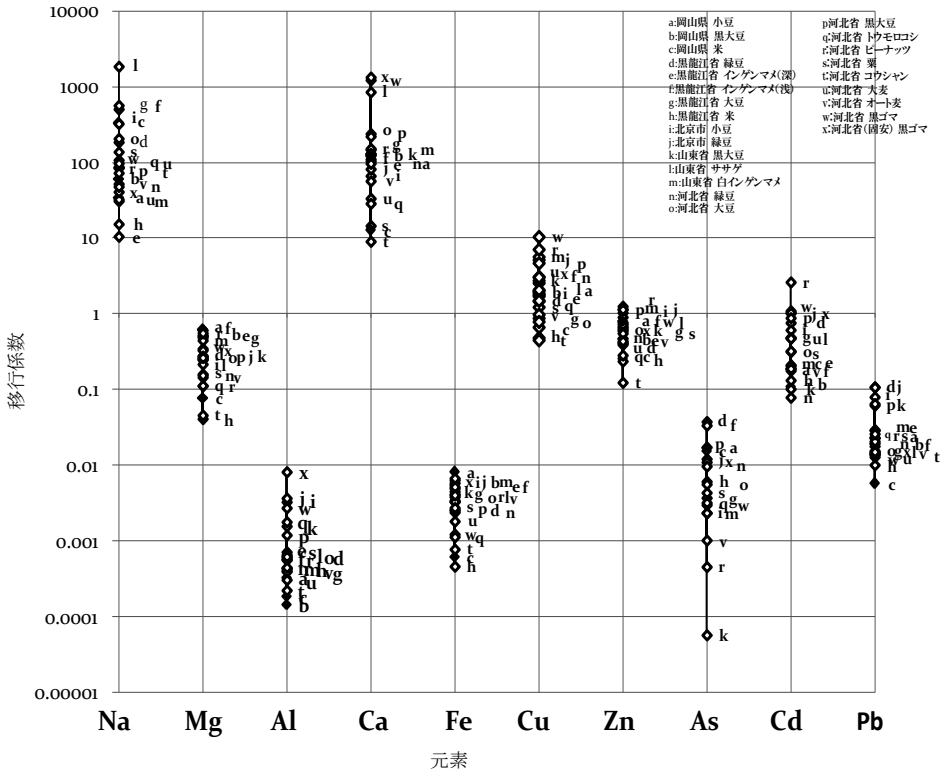


図１①　土壌から農産物への元素移行係数

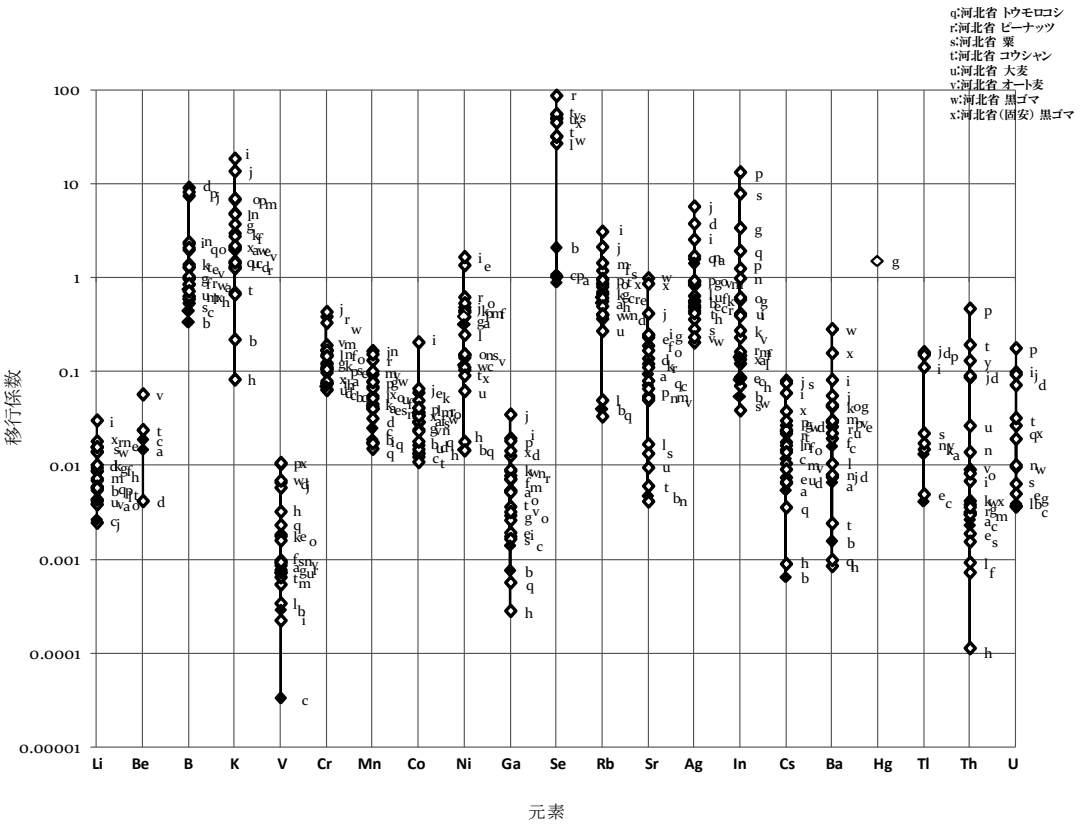


図１②　土壌から農産物への元素移行係数

Alの溶出が小さいと考えられる．

佐々木ら[5] は日本の水田から米へのPbとUの移行係数を算出している．Pbの移行係数は約0.01であり，本実験の結果とはほぼ同じ値であった．一方，Uの移行係数は約0.00005であり，本実験の0.005の１/100程度であった．この理由は明らかではないが米中U濃度が本実験の方が高ったためと考えられる．

３－２　希土類元素の移行係数

図２に希土類元素の移行係数を示した．農産物中の希土類元素は，ほとんどICP-MSの検出限界以下であったので，移行係数は算出できなかった．

駒村ら[2] は土壌から白米への移行係数を明らかにしている．移行係数はアルカリ金属元素（K≧Rb>Cs）で最も高く，アルカリ土類元素（Ca≧Sr≧Ba）でこれに次ぐ値が，ランタノイド（Eu>La，Ce，Nd，Sm，Gd，Lu）できわめて小さい値が示された．質量数の小さい元素ほど移行し易い傾向を示すものであった．ランタノイドの大部分では質量を反映せずほぼ同じ係数が得られた．

中国のエネルギー発生源の構成は，石油，石炭，天然ガスの化石燃料が全エネルギーの約85％を占めている．これら化石燃料による大気汚染，とりわけ近年のPM2.5による北京市などでの大気汚染の状況のニュースは記憶に新しい．PM2.5の発生源は主に石炭の燃焼によるものと考えられており，中国のエネルギーの消費の増加が最大の原因と考えられている．中国の大気汚染の現状はかなり深刻であり，NOx，SOx，SPMともに基準値を超える地域や日時が多くある．これらの大気汚染により一部は大気中の水や酸素と反応することによって硝酸や硫酸，塩酸などの強酸が生じ，雨を通常より強い酸性にする．雨水中のHイオンは土壌と作用して，交換性のCaやMg等のイオンを土壌水中に放出する（酸緩衝能）．さらに酸性度の高い条件下では，Hイオンは土壌粒子のAlや一次鉱物と反応してこれらを溶解させ，様々な微量元素を水中に放出する．土壌水の酸性度が高まれば，Alや重金属元素等の溶解度が高まり，植物体に取り込まれる可能性が増加する．その結果，植物の生長阻害を誘発たり，甚だしい場合は枯死を引き起こす．また，化石燃料の燃焼によるSPMによる大気汚染によって，農産物が汚染される経路として，大気中のSPMが直接あるいは降水に伴って農産物に付着する汚染形態である直接経路，および，土壌を介して根から吸収される間接汚染経路の二つに大別される．この様に直接的汚染と間接的な汚染より，農産物が栽培されている土壌中の有害元素濃度を増加していると考えられる．さらに，その地域で栽培され

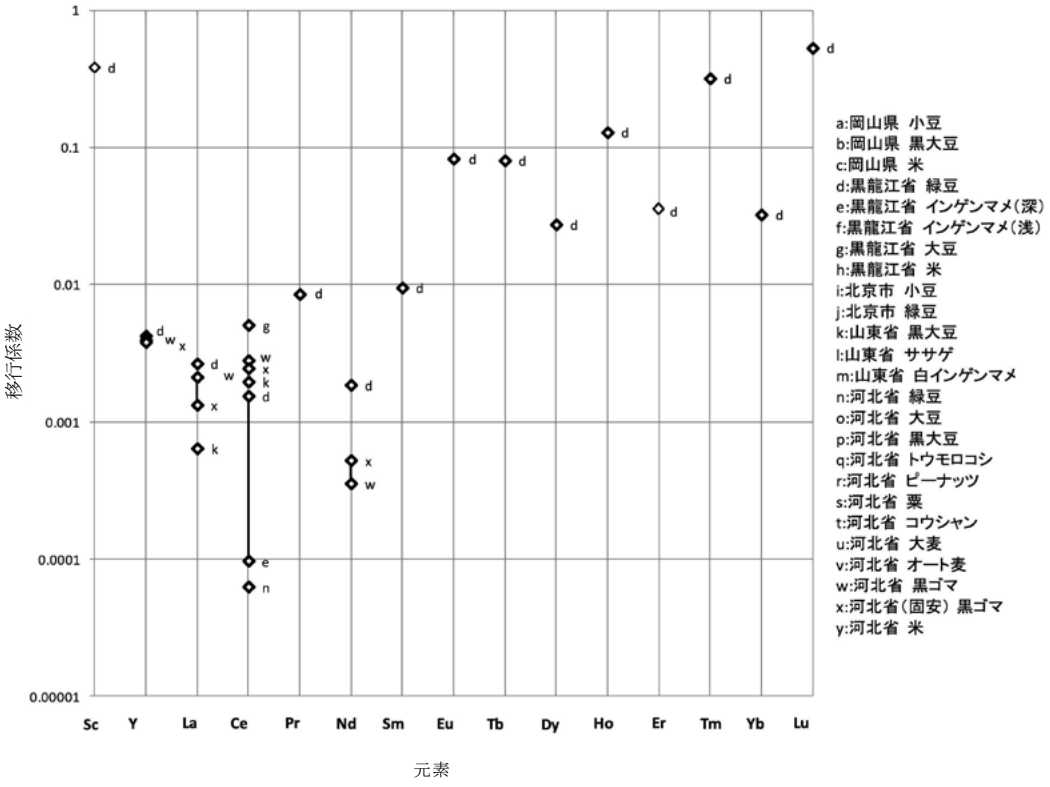


図２　希土類元素の移行係数

ている農産物への土壌からの取り込みが行なわれており，有害元素を多く含んだ農産物が収穫され，人の健康を脅かしていると考えられる．

前報では，中国で一般的に栽培されている米，小麦，豆類など農産物の元素を高周波誘導プラズマ質量分析計（ICP-MS）により必須元素濃度と有害元素濃度を測定し，日本産のものと比較した[4]．さらに，土壌中元素濃度と水溶出元素濃度の比，すなわち土壌元素水溶出係数を算出し，日本と中国の土壌を比較した[6]．本研究では，農地に施用される肥料や元々含有している元素による土壌環境で栽培された農産物への元素移行係数を明らかにした．

中国の環境汚染で特に大気汚染は以下のことを引き起こしている可能性がある．中国では品質の悪い化石燃料（石炭，石油，天然ガス）を大量に消費しており（特に小規模工場では特別な処理を行っていない），この大量消費により，浮遊粒子状物質（SPM）が乾性沈着，湿性沈着により土壌に降り注いでいる．さらに，土壌中の有害元素，濃度が上昇する可能性があり，農産物に生物濃縮し，農産物中有害元素濃度が上昇すると考えられる．

また，Pbについては，表１に示すように，農産物中Pb濃度は中国の方が高かったが，土壌濃度や水溶出係数は日本の方が高かった．その原因は収穫前後の農薬散布と考えられ，ヒ酸水素鉛を成分とする農薬を使用した可能性が考えられる．

表１　日本（岡山）と中国（黒龍江省）の農産物中，土壌中Pb濃度と土壌のPb水溶出係数の比較

農産物中Pb濃度（mg/kg）	日本（岡山）	0.2
	中国（黒竜江省）	1.4
土壌中Pb濃度（mg/kg）	日本（岡山）	0.001
	中国（黒竜江省）	0.0001
Pb水溶出係数	日本（岡山）	38.2
	中国（黒竜江省）	13.9

駒村ら[2]の土壌から白米への移行係数と比較するとK，Caではほぼ同じ値であったが，Csは本実験の結果よりかなり大きな値となった．また，ThやUで本実験の結果よりかなり大きな値となった．内田ら[7]は移行係数の変動要因として土壌pHや土壌構成粘土鉱物の種類，施肥条件ほか多数の項目をあげている．さらに，駒村ら[2]は天然起源の元素か，人工起源の元素かの差異を考察している．人工起源由来の元素は大気中で酸化物や各種の塩あるいは沙塵などの微粒子と結合した形態で存在すると考えられ，また，直接汚染としてよく知られている植物の葉などから容易に吸収されることなど，総合的に判断すれば，水溶性または置換態の割合が，かなり多いと推定される[8]．これに対して天然起源の元素は，土壌を構成する粘土鉱物中に取り込まれていたり，腐植酸などの有機物と難溶性の錯体を形成し，植物に吸収され難い不可給態の割合が人工起源の場合より多くなっているものと推測される．これらの差異を調べる方法として放射性同位元素の測定が必要であり，今後の課題と考えられる．

４．まとめ

有害元素により農産物が汚染される経路として①化石燃料の燃焼によるSPMなどの大気汚染物質が直接あるいは降水に伴って農産物に付着する汚染形態である，直接汚染経路，および②土壌を介して経根吸収される間接汚染経路の２つに大別される．農産物環境において，土壌から植物へ移動する際の濃縮率を調べる目的で，中国及び日本の土壌及び農産物を採取し，その元素移行係数を算出した．

1. 移行係数が１を超える元素はNa，K，B，Mg，Cu，Zn，Cr，Mn，Co，Ni，Se，Rb，Ag，In，Csであった．特にK，Cr，Se，Agは10以上であり，最も高い値を示した元素はCr，Agであった．
2. 日本と中国を比較すると，Alでは日本の値が低く，土壌からの溶出が小さく，農産物への取込みが小さかったと考えられる．日本ではpH5以下の酸性雨が降っているが，土壌の緩動能力が高いため，土壌からAlの溶出が小さいと考えられる．

参考文献

1）保田浩志，颯田尚哉，井上頼輝，森澤眞輔，土壌中および表層植物中希少元素濃度による環境汚染の調査，RADIOISOTOPES，41，343-349，1992.
2）駒村美佐子，津村昭人，誘導結合プラズマ質量分析法による土壌から白米への放射性核種の移行係数算定，RADIOISOTOPES，43，1-8，1994.
3）高橋ゆかり，小林剛，亀屋隆志，上田裕之，汚染土壌の有害無機汚染質溶出試験結果の変動要因となりうる土壌pH影響の解析，環境情報科学，学術研究論文集26，2012.
4）猶原　順，林　愿，中国および日本産農産物中元素濃度分析，山理科大学フロンティア理工学研究所研究報告，2，51-57，2020.
5）佐々木朋三，田代純利，藤永英司，石井友章，軍司康義，土壌から農作物へのウラン，ラジウム及び鉛移行係数と線量評価，保健物理，37（3），208～221，2002.
6）猶原　順，林　愿，岡山理科大学紀要，57A，63-71，2021.
7）内田滋夫・鎌田博・横須賀節子・大桃洋一郎，保健物理，22，511-522，1987.
8）田中剛，太陽系の考古学，pp153-155，「宇宙と地球の化学」，増田彰正・中川直哉，田中剛編集，大日本図書館，東京，1979.

Calculation of transfer coefficients of elements from soil to agricultural products

Jun NAOHARA and Yuan LIN

Graduate School of Engineering, Okayama University of Science,
1-1Ridai-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama 700-0005, Japan

The pathways of contamination of agricultural products by toxic elements can be broadly classified into direct and indirect contamination pathways. (1) Direct pollution pathway: Air pollutants such as SPM from fossil fuel combustion adhere to agricultural products either directly or as a result of precipitation. (2) Indirect pollution pathway: Trans-root absorption through soil.

In this study, we collected soil samples and agricultural products from China and Japan and calculated the transfer coefficients of the elements in order to investigate the enrichment rate in the transfer from soil to plants.

1. The elements with transfer coefficients greater than 1.0 were Na, K, B, Mg, Cu, Zn, Cr, Mn, Co, Ni, Se, Rb, Ag, In, and Cs. In particular, K, Cr, Se, and Ag had values above 10, and the elements with the highest values were Cr and Ag.
2. Comparing Japan and China, the value of Al was lower in Japan, suggesting that it was less leached from the soil and less taken up by agricultural products. Although Japan has acid rain with pH below 5, the leaching of Al from the soil is considered to be small due to the high loosening capacity of the soil.

Keywords: transfer coefficients, soil, agricultural products, ICP-MS.

考古地磁気方位データベースの現状について

畠山　唯達

岡山理科大学フロンティア理工学研究所

2021年12月15日受理

１．はじめに

古地磁気学研究がもたらすデータは，地球上の1点における過去のある時点での地磁気の方位や強度を示す。数が多くなれば，同時代の全地球的な地磁気のモデルを求めることや，同一地域での長期間にわたる変動を求めることもでき，究極的には過去の地球磁場の挙動を明らかにするための基礎データとなるものである。岩石や堆積物のみならず，考古遺物・考古遺跡における熱を受けた文物や遺構も重要な古地磁気の研究対象である。これらは，時代が明らかなものが多いこと，人間による制御された加熱であること，あまり古くなく加熱後の変質が少ないことなどから，非常に高品質な古地磁気記録を持っていることが多く，過去の地磁気変動の復元にはうってつけの材料となる（考古地磁気学）。

本稿では，筆者がまとめている日本における考古地磁気の方位・強度のデータにいついて手持ちのデータの現状，データ発掘・集計作業について現状を報告する。

２．考古地磁気データとは

地磁気（地球の主磁場）は地下3000 km以深にある外核内での金属流体の流動によって生成される（ダイナモ作用）ため，本質的に変化する。そのペースは地表で観測されるベクトルの方位では速くて100年で10度程度，強度は過去120年で10%弱にもなる。そのため，世界の各地で古地磁気学的な手法で岩石等に残された残留磁化を測定すると，地域によって異なる変動となることが期待される。地球内部起源の磁場の最も短い波長が球面調和関数展開にして12ないし13次であるため，似た変動を示す「地域」の広さは3000kmほどと考えればよい。つまり日本列島（を含む極東アジア地域）では緯度が大きく効く伏角の差異はあれ，概ね似たような形の変化曲線を描く。

日本では1950～80年代に各地で測定された考古地磁気データを使用して，古地磁気方位，強度のデータがまとめられてきた。特に，方位については，渡辺直径[1)2)]により約180サイト，広岡公夫[3)4)]により約220サイト，渋谷秀敏[5)]により約380サイト（広岡との重複を含む）のデータが測定され，まとめられてきた。その後，日本各地で考古遺跡を対象として古地磁気方位が測定されたが，その主目的は広岡による標準曲線を用いた年代推定である。そのため，網羅的なデータベースは，現在筆者が作成しているものまで事実上存在しない。

３．考古地磁気方位データの現状

考古地磁気を含む埋蔵文化財に理学的手法を適用した研究全般に言えることであるが，日本において考古学関係の新規データはいわゆる科学論文には登場しない。これは，発掘調査の手法に起因するものである。工場用地や宅地の造成，道路工事，あるいは建造物の建て替えに至るまで，土地開発案件において遺跡が発見された場合は，文化財保護法に則り発掘調査をする必要がある。多くの場合，作業を担うのは都道府県市町村の埋蔵文化財担当部局である（緊急発掘・行政発掘）。発掘主体からの依頼によって，放射性炭素年代，樹種同定，などの理学的調査が行われることがあり，その一として古地磁気測定も含まれる。遺構および埋蔵文化財に関する記載や考察と共に理学的手法の結果も，発掘終了から数年以内に刊行される発掘調査報告書に記載される。報告書は一般的な書籍のように流通することはなく，書籍や論文と比べて極めて検索性が悪い。近年，奈良文化財研究所によって全国の報告書を網羅的に検索できるデータベースが公開されている[6)]が，それでも登録されている報告書は総数のごく一部のみである。それゆえ，考古地磁気のデータがどれくらいあるか，正確な数を知るのは難しく，報告書の存在を確認するためには，報告者からではなく測定者の業績リストから探す方がよほど確実である。

現在，日本で約3,000サイトの古地磁気方位データが発表済み（測定して発掘調査報告書等で発表済み）と推測される。サイトの単位は同一時間面を表す焼土の単位で，たとえば土器窯であれば一つの遺跡から複数発掘，測定されていれば窯一基ごとにサイトとカウントする。そのうち現在，筆者の手元には2,500サイトほどの考古地磁気方位データがある。

４．現在までの収集とまとめの成果

以下，筆者がまとめている日本における考古地磁気方位のデータにいついて手持ちのデータの現状と分類，未踏査のデータについて報告する。

日本考古地磁気データベース[7]で公開済みのデータ

広岡，渋谷のデータをベースとし，両者以降に測定した東海地方のデータ[8]を合わせ，さらに，その後測定された信頼性のある考古地磁気方位データを追加した。個々のデータは，土器の形式編年等による考古学年代がはっきりしており，純粋に地磁気方位のデータとして取り扱うことができるものである。また，新しいデータは1980年代後半から広く普及した交流消磁法による磁気クリーニングも採用し，サイト内における方位のばらつきが小さく，データの信頼性が向上している。

故・広岡公夫富山大学名誉教授のグループのデータ

広岡名誉教授は大阪大学，福井大学，富山大学と異動し，標準曲線作成後，北陸地方だけでなく関東以西の広範囲で考古地磁気方位測定を行った。すべてのデータを併せるとサイト数で約2,000，データ数で２万を超える。広岡名誉教授は富山大学退官後，大谷女子大学に在籍している間にそれまで測定した考古地磁気データをまとめている[9]。ただし，1980年代以降測定されたデータの多くは考古地磁気方位と自らの地磁気変化曲線との対比による考古地磁気年代推定を行うために測定しており，記載されている年代値には発掘調査報告書刊行時の考古学的年代観と考古地磁気による推定年代が混在している。そのため，そのまま地磁気変化を記載するデータベースへ投入することができなかった。広岡先生が亡くなったあと，ご遺族より先生が保管されていた発掘報告書本体および別刷を譲り受けたため，現在そこから個別のデータについて年代値の確認作業を行っている。古地磁気とは独立な年代値が確認されたものから，データベースへ付加していく。

時枝克安島根大学名誉教授グループのデータ

時枝名誉教授および伊藤晴明島根大学名誉教授らは九州～中国地方，および関東地方を中心として公庫地磁気測定を行った。その数は百数十サイトに上る。特徴的なのは，中国山地・山陰地方に多く分布する製鉄炉（たたら炉）の考古地磁気方位測定を精力的に行ったことである。たたら製鉄炉は部位によっては土器古窯と比べて鉄分が多く，残留磁化の強度が強い。ただ，スラグ（残滓）がしみ込んでいると強すぎて逆に精密な測定に向かない可能性があり，サンプリングには細心の注意を要する。筆者は時枝名誉教授より報告書本紙および別刷を譲り受け，データの抜出し作業と電子化を進めてきた。現在は最終の確認段階で，データベースに加える一歩手前まで来ている。

その他のグループのデータ

上記２グループのほかにもいくつかのグループが考古地磁気測定を行っている。多くはすでに現役でない先生方のグループ[例：10]であるが，直接文献リストを手に入れることができていないため，引き続きご本人に働きかけ，あるいは，前述した全国遺跡報告総覧での検索等を続けていく。

筆者本人のグループと共同研究者のデータ

筆者のグループおよび共同研究者や研究協力者が行った測定のデータのうち，刊行されているものについては，質が担保されており，また考古学年代との対比についても考察されているのでデータベースに取り込みやすい。とくに過去10年以内の研究データについては，精度が非常に高いサンプリング方法と測定方法[11]を採用しているのが大きな強みである。

４．まとめ

このように，考古地磁気データとくに方位データに関してはあまりにも数が多いこと，発掘調査報告書の検索性が悪いこと，多くの測定を行った研究者が現役にないこと，などいくつもの理由が重なって散逸寸前の危険な状態である。いまが過去の貴重な資産を収集しリスト化する最後のチャンスかもしれない。

参考文献

1）Watanabe, N., Nature, 182, 383-384, 1958
2）Watanabe, N., Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. V, 2, 1-188, 1959
3）Hirooka, K., Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. ser. Geol. & Mineral., 38, 167-207, 1971
4）広岡公夫，第四紀研究，15，200-203，1977.
5）Shibuya, H., Ms. Thesis, Dept. Material Phys., Fac. Engineering Sci., Osaka Univ., 54pp., 1980
6）奈良文化財研究所，「全国遺跡報告総覧」https://sitereports.nabunken.go.jp/ja（2021年12月閲覧）
7）畠山唯達「日本考古地磁気データベース」http://mag.ifst.ous.ac.jp/ 2013～
8）広岡公夫，藤澤良祐，日本文化財科学会誌，45，29-54，2003.
9）広岡公夫・中島正志・鳥居雅之・中村浩・吉原新・時枝克安・成享美「東アジアにおける中世古窯の考古地磁気データベースの作成とデジタル化」，文部科学省科学研究費補助金特定領域研究『中世考古学の総合的研究－学融合を目指した新領域創生－』成果報告書，135pp，2006
10）前中一晃，花園大学研究紀要，21，51-74，1990
11）畠山唯達，北原優，納本和孝，鳥居雅之，Naturalistae，20，1-12，2016.

Current status of archaeomagnetic data in Japan

Tadahiro HATAKEYAMA

Institute of Frontier Science and Technology, Okayama University of Science,
0-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama 700-0005, Japan

Archaeomagnetic data, paleomagnetic information derived from archaeological materials, are good indicators of the geomagnetic field and its fluctuations. In Japan, archaeomagnetic direction data from almost 3,000 site (kilns and baked earths) have been measured. However, the original data were reported not in the scientific papers but in the excavation reports published by the local governments, so that it is very difficult to find the buried data in the reports. Now we are collecting the data and reexamining them. Here we show the current status and the classification of the archaeomagentic data over than 3,000 sites.

Keywords: archaeomagnetic data; online database.

岡山理科大学フロンティア理工学研究所について

本研究所は，岡山理科大学の附属施設であった自然科学研究所と技術科学研究所を統合し平成31年４月に設立されました．本研究所では，フロンティア精神に基づき科学の未開拓領域から発見した研究成果を社会へ還元し，さらに具体的な「モノづくり」へと繋げ社会に貢献することを目的として，学内のプロジェクトを始めとして，他大学，産業界，公的研究機関との間でも共同研究と教育活動を積極的に行っています．

旧自然科学研究所の母体は岡山県真庭郡川上村上福田の蒜山地区に蒜山研究所として1969年に創設されました．主に，生物，地学，人類考古学等，フィールドサイエンスを中心とした研究を実施することを目的として活動してきました．1994年に理科大学内付属機関再編成の結果，自然科学研究所に改組，改名されました．それに伴って旧機器分析センターの教員が新たに参画し，研究拠点が岡山市理大町のキャンパスに移り，それまでの蒜山地区の施設は蒜山分室となりました．1996年４月に岡山キャンパス内に加計学園自然植物園が創設され，その研究員は新たに自然科学研究所に加わりましたが，2001年４月加計学園自然植物園は岡山理科大学自然植物園となり自然植物園専任となりました．それを機会に自然科学研究所，技術科学研究所，自然植物園の付属施設間で専任教員が再構成され，自然科学研究所は地球科学，物理学，化学の三つの部門で構成されました．各研究部門ではそれぞれの複合領域の研究課題でプロジェクトを推進し，学内外の研究者との共同研究を通じて専門分野の研究の発展を図ると同時に，それぞれの専門に応じて，一般に公開されるシンポジウムあるいは観察会を開催して広く社会に対する自然科学の啓蒙活動も行ってきました．また毎年夏に開催する親子自然観察教室では一般から参加者を募り小学生から父兄までを対象に自然の不思議や仕組みを学ぶ体験型のイベントを企画してきました．

旧技術科学研究所は，研究と教育に関して学術的分野で主に応用的研究を行い，科学技術の発展と地域社会に貢献することを目的として，中央研究センター（1986年発足）と環境資源研究センター（1988年発足）を統合して1994年４月に設立されました．研究所では，社会に開かれた研究所をめざし，学内のプロジェクト研究を始めとして，他大学，産業界，公的研究機関との間で共同研究を行ってきました．研究所は生物工学部門，生体工学部門，環境工学部門，メカトロニクス部門，環境エネルギー部門及び先端材料工学部門に分れて研究・教育を行ってきました。また，2009年より別館（岡山市中区関401-1）を兼務研究員の便宜をはかるため，共同利用施設として開放しました．

以上のような研究・教育施設，体制および活動はフロンティア理工学研究所に引き継がれ，さらに積極的な施設利用と活動が展開されております．

令和３年度フロンティア理工学研究所構成員

専任研究員８名（所長を含む），客員研究員10名，および兼務研究員として16名の学部教員が参加しています.

所長	赤司　治夫	フロンティア理工学研究所　教授
専任研究員	中谷　達行	フロンティア理工学研究所　教授
専任研究員	畠山　唯達	フロンティア理工学研究所　教授
専任研究員	兵藤　博信	フロンティア理工学研究所　教授
専任研究員	今山　武志	フロンティア理工学研究所　准教授
専任研究員	牧　祥	フロンティア理工学研究所　准教授
専任研究員	岩井　良輔	フロンティア理工学研究所　講師
専任研究員	村本　哲也	フロンティア理工学研究所　講師
客員研究員	板谷　徹丸	岡山理科大学　名誉教授
客員研究員	金枝　敏明	岡山理科大学　名誉教授
客員研究員	北岡　豪一	元理学部　基礎理学科　教授
客員研究員	佐藤　佳子	福島工業高等専門学校　化学・バイオ工学科　特命准教授
客員研究員	澤田　順弘	元島根大学　総合理工学部　地球資源環境学科　教授
客員研究員	財部　建一	岡山理科大学　名誉教授
客員研究員	堂田　周治郎	岡山理科大学　名誉教授
客員研究員	西村　敬一	元総合情報学部　生物地球システム学科　教授
客員研究員	蜂谷　和明	岡山理科大学　名誉教授
客員研究員	山下　栄次	岡山理科大学　名誉教授
兼務研究員	安藤　秀哉	工学部　バイオ・応用化学科　教授
兼務研究員	江藤　真澄	獣医学部　獣医学科　教授
兼務研究員	折田　明浩	工学部　バイオ・応用化学科　教授
兼務研究員	片岡　健	理学部　臨床生命科学科　教授
兼務研究員	清水　一郎	工学部　機械システム工学科　教授
兼務研究員	辻極　秀次	理学部　臨床生命科学科　教授
兼務研究員	内貴　猛	工学部　生命医療工学科　教授
兼務研究員	猶原　順	工学部　生命医療工学科　教授
兼務研究員	東村　秀之	理学部　基礎理学科　教授
兼務研究員	矢城　陽一朗	工学部　電気電子システム学科　教授
兼務研究員	伊豆　弥生	獣医学部　獣医学科　准教授
兼務研究員	岩永　哲夫	理学部　化学科　准教授
兼務研究員	神吉　けい太	工学部　生命医療工学科　准教授
兼務研究員	田所　竜介	工学部　バイオ・応用化学科　准教授
兼務研究員	二見　翠	工学部　バイオ・応用化学科　准教授
兼務研究員	奥田　靖浩	工学部　バイオ・応用化学科　講師

岡山理科大学フロンティア理工学研究所規程

平成31年４月１日

（趣旨）

第１条　岡山理科大学フロンティア理工学研究所規程（以下，「本規程」という.）は，岡山理科大学研究・社会連携機構規程第５条に基づき，フロンティア理工学研究所（以下，「本研究所」という.）に関して必要な事項を定めるものとする.

（目的）

第２条　本研究所は，本研究所の理念に沿い，理学・工学融合分野における学理とその応用に関する学術研究・教育の発展に寄与することを目的とする.

（構成員）

第３条　本研究所に，所長，専任教員を置く.

（所長）

第４条　所長は，理事長が任命する.

２　所長の任期は，２年とする．ただし，再任は妨げない.

３　必要に応じ所長を補佐する目的で副所長の職位を置くことができる.

（研究員）

第５条　本研究所は，次の各号に定める研究員を受け入れることができる.

(1) 岡山理科大学教員の兼務研究員

(2) 岡山理科大学研究員規程に定める研究員

(3) 岡山理科大学客員研究員規程に定める客員研究員

２　兼務研究員の任期は１年とし，再任を妨げない．また，兼務研究員に関して必要な事項は別に定める.

３　兼務研究員は，年度当初の第１学部運営委員会にて承認を得なければならない.

（重要事項の審議）

第６条　本研究所の管理・運営に関する重要事項は，研究・社会連携機構運営委員会及び大学協議会の審議を経て，学長が決定する.

（所員会議）

第７条　本研究所の管理運営，研究の施策及び施行に関する事項を協議するために，所員会議を置く.

２　所員会議の運営については，別に定める.

（共同利用・研究）

第８条　本研究所の利用・共同研究については，別に定める.

（研究成果の公表）

第９条　本研究所は，研究成果を「岡山理科大学フロンティア理工学研究所年報」として毎年度発行する.

（事務局）

第10条　本研究所の事務は，研究・社会連携室及び学部運営事務室が担当する.

（改廃）

第11条　本規程の改廃は，研究・社会連携機構運営委員会及び大学協議会の審議を経て学長が決定する.

附　則

１　この規程は，平成31年４月１日から施行する.

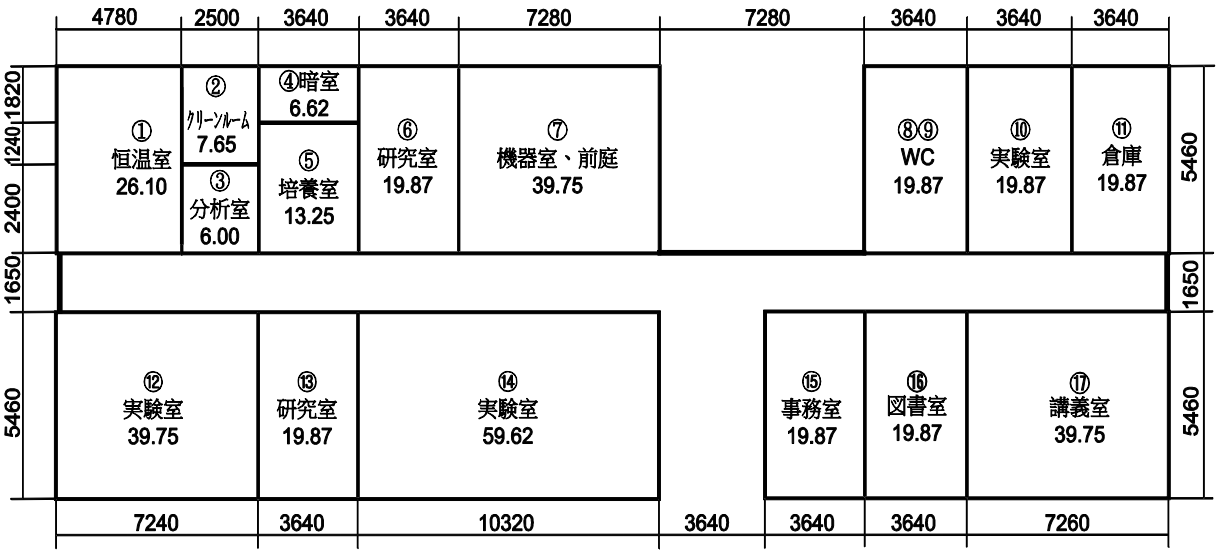
２　岡山理科大学自然科学研究所と岡山理科大学技術科学研究所を発展的に統合して本研究所を設置することに伴い，岡山理科大学自然科学研究所規程及び岡山理科大学技術科学研究所規程は，平成31年３月31日をもって廃止する.

別館共同利用

平成21年度より，研究設備・環境の有効利用を図るために，本研究所別館を開放しました．そのことを「岡山理科大学フロンティア理工学研究所別館共同利用規定」で定めました．

共同利用は，公募によって行われています．施設・設備の共同利用期間が１年間としているが，研究開発の状況等によって，延期可能としています．

令和３年度中の施設利用者配置図は以下の通りです．



部屋 番号・名称	使用者 （令和３年度）
1.　恒温室	フロンティア研
2.　クリーンルーム	フロンティア研
3.　分析室	フロンティア研
4.　暗室	フロンティア研
5.　培養室	フロンティア研
6.　研究室	岩井
7.　機器室	北岡，西村
10.　実験室	フロンティア研
11.　倉庫	フロンティア研
12.　実験室	共同研究利用
13.　研究室	共同研究利用
14.　実験室	岩井
15.　事務室	共同研究利用
16.　図書室	山下
17.　講義室	共同研究利用

岡山理科大学フロンティア理工学研究所別館共同利用規程

（目的）

第１条　岡山理科大学フロンティア理工学研究所別館共同利用規程（以下「本規程」という.）は，岡山理科大学フロンティア理工学研究所（以下「研究所」という.）規程第８条の研究所の利用・共同研究関する事項について定め，研究の活性化と関別館（岡山市中区関101－1，以下「別館」と記す）の有効活用を図ることを目的とする.

（共同利用施設）

第２条　研究所は，別館を，岡山理科大学（以下「本大学」という.）教員および当該教員と共同研究を行う研究者に利用可能な範囲において，共同利用施設として開放するものとする.

（使用手続き）

第３条　別館を共同利用施設として使用を希望する本大学教員（以下「使用希望者」という.）は,「岡山理科大学フロンティア理工学研究所共同利用施設使用申請書」および「共同研究契約書」の写しを本大学フロンティア理工学研究所所長（以下「所長」という.）に提出する.

２　所長は，使用者審査会を開催して，利用条件・環境基準等に問題がないかを図り，使用を許可された者（以下「使用者」という.）に,「岡山理科大学フロンティア理工学研究所共同利用施設使用許可書」を交付するものとする.

３　使用者または研究所に特段の事情が発生した場合は，使用許可施設と使用期間の変更を行なうものとする.

４　使用期間は1年とする．但し，再申請は妨げない.

（使用者審査会の組織）

第４条　使用者審査会は，委員長，常任委員及びその他専門委員２～３名をもって組織する.

２　所長は委員長となり，会務を総理する.

３　常任委員は，本大学学外連携推進室長のほか，委員長の指名する若干名とする.

４　その他の専門委員は，当該研究の専門分野に近い教員から委員長が指名する.

（兼務研究員への登録）

第５条　使用者は，研究所の兼務研究員として登録し，研究所年報への投稿や研究所の主催する講演会などに積極的に協力するものとする.

（使用方法）

第６条　使用者は，防犯に努めなければならない．使用者には，玄関鍵，各部屋の鍵などを貸与するものとし，鍵の授受・返還は，工学部事務室にて行なうものとする.

２　使用者は，別館玄関に備える入出記録簿に記録するものとする.

３　使用者は，防火・防災に努めなければならない.

４　使用者は，実験等で出た廃棄物等については,「岡山理科大学安全対策マニュアル」に基づき処理するものとする．また，一般廃棄物については，使用者責任で処理するものとする.

５　使用者は，実験に伴い発生した排水について,「岡山理科大学安全対策マニュアル」に基づき排出するものとする.

６　使用者は，別館が住宅地に立地していることに配慮し，周辺住民の住環境保全のため，悪臭，車の出入りによる騒音の発生せぬよう努めなければならない.

７　その他，別館における安全対策については,「岡山理科大学安全対策マニュアル」を遵守するよう努めるものとする.

（使用者義務）

第７条　使用に際し，事故の責任が使用者にある場合は，使用者がその責めを負うものとする.

２　重大な過失により生じた共同利用施設の破損・故障等については，使用者が修理等経費を負担するものとする.

（使用料金）

第８条　使用者は，電話代・ネット使用料などの応分の負担をする．負担の額，負担の方法は別に定めるも

のとし，使用料金の徴収事務は，工学部事務室にて行なうものとする．
２　設備備品の搬入に必要な費用を使用者が負担する．
３　内装の変更が必要な場合，使用者負担により実施することとする．
４　使用者は，使用期間終了後に使用者負担により使用施設を原状復旧するものとする．
（規程違反）
第９条　本規程に違反した場合には使用を停止することがある．
（改廃）
第10条　本規程の改廃は，大学協議会の審議を経て，学長が決定する．

１　この規程は，平成31年４月１日から施行する．
２　岡山理科大学自然科学研究所と岡山理科大学技術科学研究所を発展的に統合して本研究所を設置することに伴い，岡山理科大学技術科学研究所別館共同利用規程は，平成31年３月31日をもって廃止する．

フロンティア理工学研究所2021年度コロキウム

異分野連携による新しいバイオインフォマティクス
獣医療データの積極活用と情報サイエンスの開拓・応用

日時：2021年12月23日 13：30－16：35
会場：岡山理科大学A1号館（A0132教室）とオンラインによるハイブリッド開催

プログラム

13：00－13：05　開会の挨拶（副学長，研究・社会連携機構　機構長　平野博之）
13：05－13：10　趣旨説明

13：10－14：30　第１部：臨床データ等の解析における理論と実践
廣田雅春（情報科学科）　「ビッグデータの分析と応用」
李　天鎬（情報科学科）　「AI技術を用いたスマートデンタルヘルスケア」
近藤真史（情報工学科）　「情報科学技術に基づく医用デジタルシステムの高性能化」
牧　祥（フロンティア理工研）「抗生剤耐性菌の交叉耐性発生率の解析と疫学調査」

14：30－14：50　休憩

14：50－16：00　第２部：獣医臨床データの現状と解析から見えるもの
水野理介（獣医学科）　「ペット画像AI解析は，次世代獣医療を可視化する」
岩田惠理（獣医学科）　「オーナー撮影動画から歩様の評価を行いたい！」（ビデオ参加）
神林康弘（獣医学科）　「疫学研究」
太田奈保美（獣医学科）　「獣医学関連データマイニング」
岡村泰彦（獣医学科）　「悪性腫瘍の遺伝情報を利用したオーダーメイド治療」
齋藤文代（獣医学科）　「Omics解析，獣医学病理データーバンク」
佐伯亘平（獣医学科）　「１細胞遺伝子発現データバンク」
松田　彬（獣医学科）　「内科疾患と情報サイエンス」
伊豆弥生（獣医学科）　「細胞と動物の運動機能解析」
江藤真澄（獣医学科）　「岡山×今治連携とその彼方」

16：00－16：30　第３部：獣医臨床データの新たな解析手法の模索と学内共同研究

16：30－16：35　閉会の挨拶（フロンティア理工学研究所　所長　赤司治夫）

第３回OUSフロンティアセミナー（開催予定）

「デジタルでお宝発掘！？」

～データマイニングが導く持続可能社会～

主　　催：岡山理科大学フロンティア理工学研究所
開催日時：令和４年２月25日（金）13：15～17：00
会　　場：オンライン開催
ポスター：オンライン掲示（https://ifst.ous.ac.jp/にアクセスしてください）
　　令和４年２月25日（金）９：00～３月４日（金）17：00　閲覧可能
共　　催：岡山理科大学
後　　援：岡山県，岡山県教育委員会

本大学で培われる科学技術と最新の知見を広く社会に還元し貢献することを目的とし，地域社会と研究交流および科学技術の普及・啓発活動の一環として，一般市民，企業関係者，学生，官公庁の皆様などを対象にした「第３回OUSフロンティアセミナー」（一般講演会）を開催いたします.

今年度は，「デジタルでお宝発掘！？～データマイニングが導く持続可能社会～」と題して，加速化する情報化社会において蓄積される膨大なデータを解析して新たな知見を見出し持続可能社会の実現に活かす「データマイニング」について，その概要から活用例について可能な限りわかりやすくご講演頂きます.

講演プログラム

13：15－13：20　開会挨拶
　　岡山理科大学 副学長　平野博之 氏
13：20－14：00　データマイニングとは？―基礎から応用展開まで―
　　多摩大学 経営情報学部経営情報学科　今泉 忠 氏
14：05－14：45　データマイニングで病気を予測できる！？
　　～ビッグデータ解析がもたらす次世代医療～
　　岡山理科大学　獣医学部獣医学科　齋藤 文代 氏
14：45－15：00　休憩
15：00－15：40　現実世界をコピーする！３Ｄレーザースキャナー技術
　　岡山理科大学　工学部情報工学科　島田 英之 氏
~~15：40－16：20　コロナパンデミックで心筋梗塞が減った？！~~
　　~~～『生気象学』という研究分野からみえた，コロナの影響とは～~~
　　~~岡山理科大学　生物地球学部生物地球学科　大橋 唯太　氏~~　講演中止
15：45－16：25　抗生剤耐性菌の発生率には類似性があるかもしれない
　　岡山理科大学　フロンティア理工学研究所　牧 祥　氏
16：25－16：30　閉会挨拶
　　岡山理科大学　フロンティア理工学研究所 所長　赤司治夫

OUSフロンティアセミナー開催記録

*No. 1 －No. 5 はOUSシンポジウム（旧称）
*No. 6 －No.24はOUS技術セミナー（旧称）

No.	年度	テーマ	講師
1	1996（H８）年４月	21世紀への科学を考える	招待講演 NHK　小出五郎
2	1996（H８）年11月	21世紀への環境を考える ―人間，環境，地球―	岡山理科大学
3	1997（H９）年11月	見ることの素晴らしさ	岡山理科大学
4	1998（H10）年11月	21世紀への環境を考える ―無公害社会の実現を目指して―	岡山理科大学
5	1999（H11）年11月	よみがえれ ものづくり日本	岡山理科大学
6	2000（H12）年11月	21世紀の少子高齢社会を支える福祉工学 ―住みよい社会作りを目指して―	岡山理科大学他
7	2001（H13）年11月	IT革命によって社会が変わる	岡山理科大学他
8	2002（H14）年10月	循環型社会を考える ―新しいライフスタイルをめざして―	岡山理科大学他
9	2003（H15）年10月	21世紀の水環境を考える	岡山理科大学他
10	2004（H16）年12月	21世紀の環境とバイオの最前線	岡山理科大学他
11	2005（H17）年12月	21世紀を拓く科学技術と産業創出をめざして ―ベンチヤー，夢，人づくり―	岡山理科大学他
12	2006（H18）年12月	躍進する生体医工学の最前線	岡山理科大学他
13	2007（H19）年11月	地球温暖化とその対策	岡山理科大学他
14	2008（H20）年11月	大学で，夢づくり，ものづくり	岡山理科大学他
15	2009（H22）年１月	忍び寄る恐怖 ―細菌，ウイルス，化学物質の過去・現在・未来―	岡山理科大学
16	2010（H23）年３月	いま，動物の世界がおもしろい ―動物が教えてくれる性と生のテクノロジー―	岡山理科大学他

No.	年度	テーマ	講師
17	2011（H23）年11月	東日本大震災 ―いま必要な地震防災対策―	岡山理科大学
18	2013（H25）年２月	生活水準（QOL）向上のための健康と科学	岡山理科大学他
19	2014（H26）年２月	生活の質（QOL）向上のため科学と技術	岡山理科大学他
20	2015（H27）年２月	先端材料工学が拓く次世代の医療と環境	岡山理科大学他
21	2016（H28）年２月	ICT活用による安心・安全サポート	岡山理科大学
22	2017（H29）年２月	「実用化を見据えた最先端医療のための技術」 ～先端医療機器・再生医療製品，その開発から臨床研究まで～	岡山理科大学他
23	2018（H30）年２月	「実用化を見据えたライフサイエンスの最前線」 ～先端医療機器・再生医療製品・化粧品，その臨床応用に向けた研究開発～	岡山理科大学他
24	2019（H31）年２月	「岡山の自然災害を考える」	岡山理科大学他
25	2020（R２）年３月	「サステナブル社会のためのフロンティア科学･技術」 ～岡山から環境，防災，医療を考え発信する～	岡山理科大学他
26	2021（R３）年３月	「コロナに立ち向かう知識と技術：岡山から考え発信する」	岡山理科大学他
27	2022（R４）年２月	「デジタルでお宝発掘！？」 ～データマイニングが導く持続可能社会～	岡山理科大学他

令和３年度「夏休み親子自然観察教室」実施報告

赤司　治夫

令和３年８月21日フロンティア理工学研究所主催の夏休み親子自然観察教室を開催しました．今回初めて岡山理科大学生物地球学部と共催させていただき、一部資材の提供などのご協力をいただきました．

今回の自然観察教室は、奈義ビカリアミュージアムで、1500万年前の津山市周辺にたくさん生息していた貝（ビカリア）化石を中心に亜熱帯の波打ち際に生息した生物の化石を採集・観察すること、その後、会場を奈義町文化センターに移動していただき、採取した化石のクリーニング作業（化石に付いている余分な土などを削ってきれいに取り除く作業）やコーティング作業（化石に特殊な樹脂を塗って保護する作業）をしながら、世界に一つだけの化石標本作りを行うことをテーマに行う予定でした．作業は博物館で化石標本を作るときと同じ道具を使っておこない、博物館で行われる標本づくりを実際に体験しながら、参加者には博物館学芸員になった気分を味わっていただくことを目指しました．しかし、当日はコロナウィルス感染防止の観点から岡山県にもまん延防止等重点措置の適用が決定されたため、会場として使用予定の施設が休館となり、奈義町でのプログラムは中止を余儀なくされました．そこで、急遽プログラムを作り直し、オンラインでビカリア化石の標本づくりを体験していただくワークショップを開催することとしました．準備として、奈義町にて事前に発掘してきたビカリアの化石とこれをクリーニングするための道具を参加者に郵送しました．その上で当日はZOOMを用いたオンラインワークショップを開催しました．参加者には、奈義町から発見されたいろいろな化石を見ながら、ビカリアが生息していた当時の奈義町周辺の様子や、今の日本列島ができる間にどのようなことが起こったのかを学びました．そして化石はどんなものでも世界に二つと同じものがなく、とても貴重な研究資料であるということを学んだ後、いよいよビカリア化石のクリーニング作業を始めました．今回の参加者は小学生以下の子供たちであったことから、オンラインでの作業にどの程度取り組んでいただけるかということが最後まで不安でしたが、始まってみれば皆さんとても楽しみながら熱心に取り組んでいただくことができました（実施風景１，２：掲載承認済）．終わってみれば、予定時間を一時間近くも超過するほど熱心に取り組んでいただき、質問タイムなども大変楽しい時間になりました．今回の夏休み親子自然観察教室には、７家族22名（大人10名子供12名）の皆様にご参加いただきました．

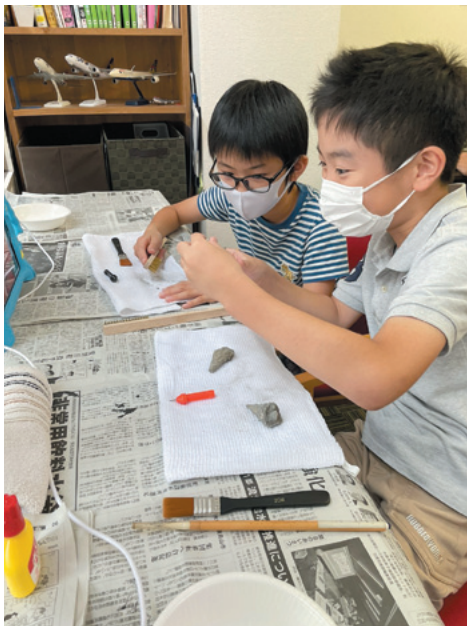
発掘したばかりのビカリアの化石

クリーニング・コーティングをしたビカリアの化石

今回のワークショップを担当させていただいて、小学生とそのご父兄はオンラインで話を聞くことにとても慣れ

ておられることが分かりました．今回のように教材を事前に送付するなどの準備ができれば、オンラインでのワークショップも十分に可能である問手ごたえを得られたことは大きな収穫でした．また、参加者から、「本学の恐竜学博物館をぜひ訪問してみたい」、「今度、ぜひ奈義町のビカリアミュージアムに行きます」などの感想をいただけたことは望外の喜びでした．一方で、参加してくださった子供たちの安全を確保するためには、保護者の見守りが重要でした．今後、継続的に実施するのであれば、確実に参加者の安全を確保するための方法について検討をする必要があると感じました．

今回、奈義町での実施は叶いませんでしたが、今回の自然観察教室の企画・準備の段階から終始ご協力を賜りました、なぎビカリアミュージアムの皆様、および、奈義町教育委員会生涯学習課の皆様には心よりお礼を申し上げます．



実施風景１：友達と一緒に参加してくれたご家族もありました。

実施風景２：オンラインで説明を聞きながらクリーニングを進める参加者

ジオセミナー@関　活動記録

—2021年１月～12月—

山下栄次，北岡豪一，西村敬一，畠山唯達

ジオセミナー@関は，岡山理科大学技術科学研究所の客員研究員を中心に，技術科学研究所関別館を活動拠点として，2016年４月に発足しました．2019年４月にフロンティア理工学研究所と改組されましたので活動拠点名称もフロンティア理工学研究所関別館と変更しました

2016年に26回，2017年に24回，2018年に24回，2019年に26回，2020年に21回（新型コロナウイルス感染拡大防止のため,活動を自粛したためのメール交信・ジオセミナーを５回含む.）の研究会を開催してきました．

2021年１月～12月の間も自粛しながら，第123回から140回（メール交信・ジオセミナーを４回含む.）の開催をしました．議題録を報告します．議事内容の詳細は，議題提供者にお尋ね下さい．（文責　山下）

○第123回ジオセミナー@関　議事録

場所：岡山理科大学フロンティア理工学研究所関別館，講義室．（以下，記載の無い場合は，この場所である.）

日時：2021年１月19日（火），13時00分から18時00分

参加者：北岡豪一，西村敬一，山下栄次．（以下，記載の無い場合は，この３名である.）

事務連絡

・1/8と1/14：新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言が発出された．期間と対象都道府県は，①1/8～2/7，埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県.，②1/14～2/7，栃木県，岐阜県，愛知県，京都府，大阪府，兵庫県，福岡県.

議題１　NHK-BSP「“中高年の星”伊能忠敬」の紹介：西村敬一研究員

議題２　BS-TBS「関口宏のもう一度！近現代史，昭和10年」の紹介：西村敬一研究員

議題３　岡山理科大学の「ボランティア論」で担当したZOOMライブ講義：「地震災害＋ボランティア活動の実例」の内容の紹介：西村敬一研究員

○第124回ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年２月２日（火），13時00分から18時00分

議題１　平成30年７月豪雨の法律相談分析報告会の紹介：北岡豪一研究員

議題２　火山活動の定量的表現についての紹介：西村敬一研究員・北岡豪一研究員

議題３　ZOOMの使い方の紹介１：西村敬一研究員

○第125回ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年２月９日（火），13時00分から17時00分

議題１　NHK歴史ヒストリア，災害と日本人，—先人はどう向き合ったのか—：西村敬一研究員

議題２　パルスオキシメーターの紹介：西村敬一研究員

議題３　火山活動の定量的表現について：西村敬一研究員・北岡豪一研究員

議題４　BS-TBS「関口宏のもう一度！近現代史，昭和11年」の紹介：西村敬一研究員

議題５　ZOOMの使い方の紹介２：西村敬一研究員

○第126ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年３月２日（火），13時00分から17時30分

議題１　新型コロナ感染者の数の変遷：北岡豪一研究員

・2021/2/28現在，累積感染者数が100万人を超えた国は21ヶ国である．最大数は，USの28,605,669名である．参考のため，日本（432,090名），イスラエル（775,807名）も掲げた．

議題２　「人新世」ってどういう意味なの？：西村敬一研究員

人新世とは，工業化など人間の影響が地層に残る時代のこと．1950年代からの案が有力である．ハーバード大の研究者によると，Great Acceleration（人間活動の爆発的増加）は，LARGE DAMS（大規模ダム），WATER USE（水の利用），FERTILIZER USE（化学肥料の利用），20世紀中頃をピークとする核爆発の降下物等が地層の中に目に見える形の痕跡を残していること．

議題３　姫路北部メガソーラ計画の顛末：西村敬一研究員

議題４　高層ビルの鉄骨の使い方の違い？：山下栄次研究員

議題５　出生数最小87万人，20年速報値　死亡11年ぶり減：山下栄次研究員

議題６　和歌山地震と福島沖地震：西村敬一研究員

付録：川崎医療短期大学新校舎棟新築工事とアルファステイツ表町工事

図１　川崎医療短期大学工事１・鉄骨あり．

図２　川崎医療短期大学工事２・鉄骨あり．

図３　アルファステイツ表町工事１・鉄骨なし．

図４　アルファステイツ表町工事２・鉄骨なし．

○第127回ジオセミナー@関　議事録

場所：岡山理科大学・岩井研究室
日時：2021年４月１日（木），10時00分から12時00分
参加者：北岡豪一，西村敬一，山下栄次，冨谷卓矢，岩井良輔.

事務連絡

・第127回ジオセミナー@関は，冨谷卓矢さんの卒業研究成果発表を，岡山理科大学・岩井研究室で行った.

議題１　宇宙線によって加速された軽い暗黒物質検出～機械学習による判別～：冨谷卓矢学生.
＊冨谷卓矢君は，東京大学宇宙線研究所大学院に進学.

写真：第127回ジオセミナー@関，冨谷卓矢君の卒論発表会　　2021/4/1　於：岩井研究室.

図１　左から　岩井・北岡・冨谷・西村・山下

図２　冨谷

図３　左から　北岡・冨谷

図４　左から　西村・岩井

○第128回ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年４月13日（火），13時00分から17時00分

議題１　新型コロナ感染の最新の動向：北岡豪一研究員

・2021/4/12現在，GlobalおいてはCasesは136,284,991名，Deathは2,940,601名である.

議題２　日本の新型コロナウイルス感染者数と死者数の相関：山下栄次研究員

・感染者数の死者数の割合は，2020/1/1～2021/3/31間では，17‰，2021/1/1～2021/3/31間では，11‰であった.

議題３　移動平均―求め方（一般式），気象での特殊な統計―：山下栄次研究員

議題４　岡山市の浸水対策施策の紹介：西村敬一研究員

議題５　山陽新聞文化欄に掲載された「岡山平野にも『震災の帯』」の紹介：西村敬一研究員

○第129回ジオセミナー＠関　議事録

日時：2021年４月27日（火），13時00分から17時00分

議題１　地震学の基礎-震源メカニズムについて：西村敬一研究員

議題２　新型コロナ感染の世界の最新の動向：北岡豪一研究員

・人口100万人当たりの感染者数．日本は0.41％，全世界は1.8％である．

付録：前庭・後庭のツツジ満開（北岡研究員撮影　2021/04/27）

図１　前庭西垣根

図２　前庭

図３　前庭

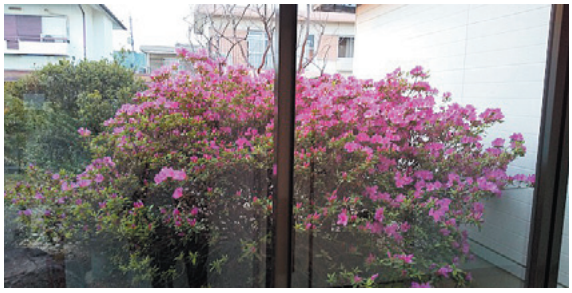


図４　玄関フロアーから見た後庭

○第130回ジオセミナー＠関　議事録・メール交信

場所：メール配信

日時：2021年４月28日（水）～2021年７月１9日（月）

参加者：北岡豪一，西村敬一，山下栄次．

事務連絡

・2021/5/16～6/20岡山県・緊急事態宣言．発令．

・第130回ジオセミナー＠関議事録は，2021/4/28～2021/7/19間のメール配信資料を掲載する．

・2021/4/28～2021/7/19の間の国内の日ごとの感染者数の最高値は，5/12の，7,061名，累積数，659,881名．死者数の最高値は，5/18の216名，累積数，11,862名であった．大流行である．

・2021/06/13，冨谷卓矢卒業生から，写真４葉と近況報告があった．

話題提供１）尼崎市新型コロナウイルス感染症に関する報告書：山下栄次研究員

話題提供２）①15道県で感染最多，地方拡大鮮明，②岡山県知事が感染者急増に強い危機感“大阪と同じ感染状況”：山下栄次研究員

話題提供３）Ｑ＆ＡサイトQUORAでやり取りされたHOW DID ANCIENT HUMANS LEARN TO COUNT?.の紹介：西村敬一研究員．

話題提供４）第２回独立行政委員会制度を考えるシンポ実行委員会（2021）について：北岡豪一研究員

話題提供５）東京大学宇宙線研究所に進学した冨谷卓矢君からの入学写真４葉と近況報告：

・メール配信資料５）は，冨谷卓矢卒業生からの活動報告である．

・（全文掲載する）先生方お世話になっております．冨谷卓矢です．報告遅くなりすみません．
近況報告と新しいメールアドレスをお送りします．

最近は，オンライン授業と週一のセミナーに追われながら，神岡に行っての作業もしています．神岡では，Hyper-Kamiokandeの光電子増倍管の検査作業（ガラス面の傷の状態や検出信号の確認など）を休日返上でやったりしています．

話題提供６）世界の新型コロナ感染の動向　2021年７月６日現在（2021）：北岡豪一研究員．

話題提供７）国立環境研究所，京都大学，立命館大学の研究チーム（2021）が：国際誌Environmental Research Communicationsに発表した論文：「孫は祖父母が遭遇しないような暑い日と大雨を何度経験するのか？―極端な気象現象の変化に関する世代間不公平性とその地域間不公平性の評価（2021）」の紹介：西村敬一研究員．

話題提供８）①新型コロナ第四波「菅官房の陥穽」．②科学は政官政官に歪められた．③日本医師会はなぜ嫌われるのか：山下栄次研究員

付録：冨谷卓矢卒業生からの写真（2021/06/13受信）近況報告

図１　令和３年東京大学入学式

図２　建物

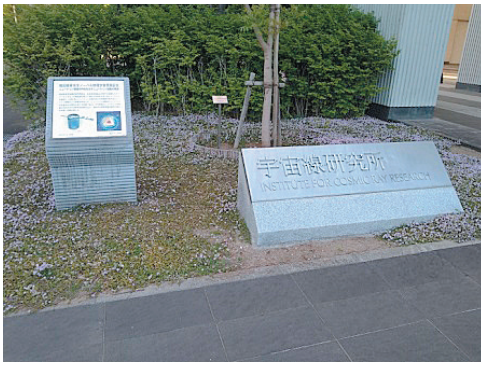


図３　宇宙線研究所看板

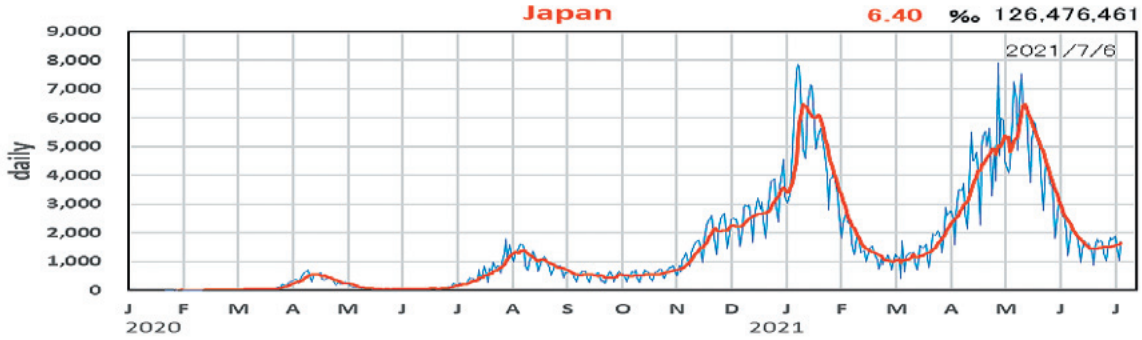
図４　建物

○第131ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年７月20日（火），13時00分から17時00分

議題１　世界の新型コロナ感染の動向　2021年７月６日現在：北岡豪一研究員

・Japanの時系列グラフを下記した．Japa n は，感染者数のピークが他の国に比べて，４つ山が明確に出ている．



議題２　第２回独立行政委員会制度を考えるシンポ実行委員会（2021）について：北岡豪一研究員

○第132ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年７月27日（火），13時00分から17時00分

議題１　世界のコロナ感染の動向　2021年７月25日現在：北岡豪一研究員

・Japanでは，６月に一見，終息していが，以後第５波のピークが始まった．

議題２　岡山市立山南公民館での講演「長く続くゆれ，地盤の液状化．そして津波！」の紹介：西村敬一研究員

議題３　気象庁の会見を題材として，①地震の名称，②暫定値，③逆転層，④長周期地震動階級などについて：西村敬一研究員

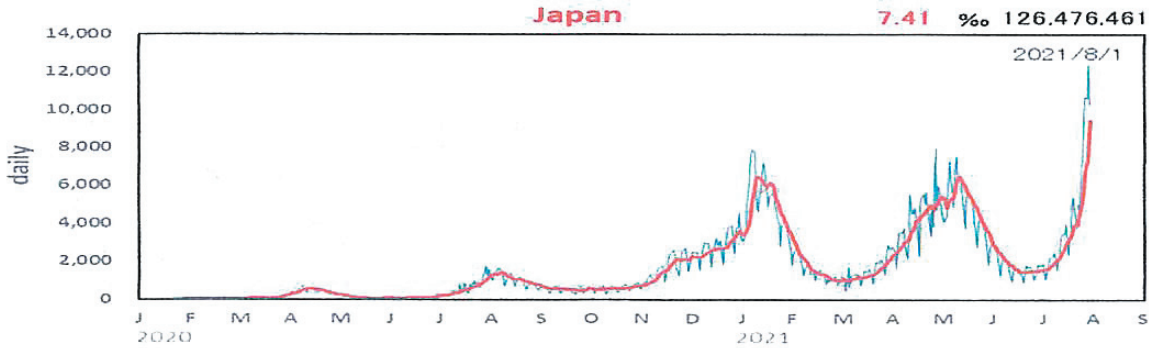
○第133ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年10月５日（火），13時00分から17時30分

議題１　世界の新型コロナ感染動向　2021/10/1現在：北岡豪一研究員

・５頁の抜粋２　日本のコロナ感染の動向　2021年８月１日現在

日本のコロナ感染数は増加の傾向が続いている．一日当たりの感染者数は，過去最大値を示し続けている．



議題２　北海道大学大学院地球惑星科学専攻の入試問題を題材にした応力と断層の関係式の説明：西村敬一研究員

○第134ジオセミナー@関　議事録・メール交信

場所：メール配信

日時：2021/8/5～10/4

・第134回ジオセミナー@関議事録は，2021/8/5～2021/10/4間のメール配信資料を掲載する．

事務連絡

・2021/7/12～9/30：岡山県・緊急事態宣言．発令．

・第134ジオセミナー@関　議事録は，2021/08/04～10/04間のメール配信資料を掲載する．

話題提供１）ゴミの山か，宝の箱・室戸台風被災調査始末記．岡山県古代吉備文化財センター（2019）：2021/10/15発信：西村敬一研究員

話題提供２）岡山市立旭公民館での講演「岡山中央中学で起こりうる地震・洪水被害の想定と備え」の紹介：西村敬一研究員

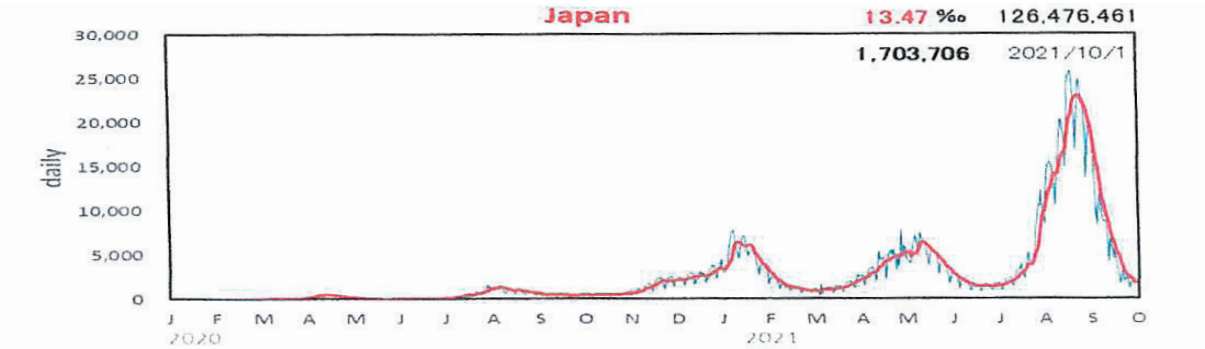
話題提供３）東京大学名誉教授・児玉龍彦氏の論文：「エラーカタストロフの限界」を超えるコロナウィルス変異への対応」の紹介：西村敬一研究員．

○第135ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年10月５日（火），13時00分から17時30分

議題１　世界新型コロナ感染動向　2021/10/01現在：北岡豪一研究員

・６頁抜粋：日本コロナ感染動向．2021/10/01には，５回目流行の終息期に入った．しかし，感染者数は10/05に9756名で無視できない．



議題２　岡山市立一宮公民館での講演「南海トラフの巨大地震について考えてみましょう」の紹介：西村敬一研究員

議題３　岡山市立旭公民館での講演「岡山中央中学で起こりうる地震・洪水被害の想定と備え」の紹介：西村敬一研究員

議題４　日本国の日毎における感染者数と死者数の関係：山下栄次研究員

・抜粋：感染者数と死者数の７日移動平均値を求め，感染者の値を20日後ろにずらしたところ，１波から５波までの感染者数と死者数の位相は良く一致した．

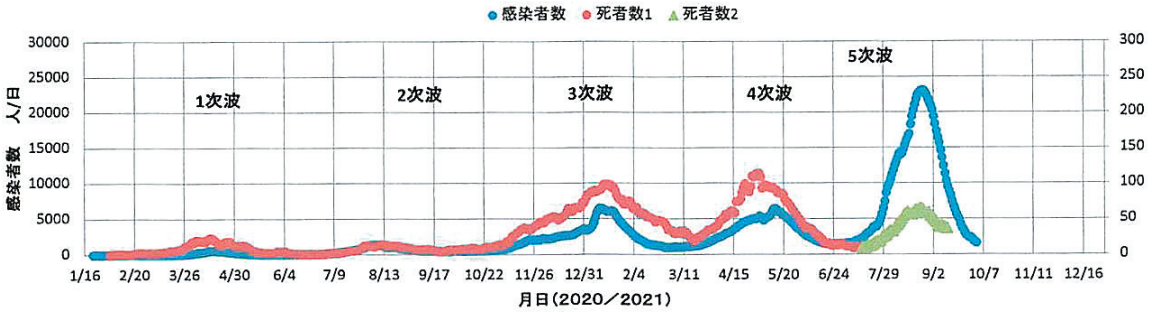


図2　7日前平均値における感染者数日を固定してと死者数を20日前へずらした。
（位相を合わせた）

○第136ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年10月19日（火），13時00分から17時30分

議題１　世界新型コロナ感染動向　2021/10/01現在：北岡豪一研究員

議題２　国土地理院「日本水準原点をご存じですか？―高さの基準として100年超―」の紹介：西村敬一研究員

○第137ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年10月26日（火），13時00分から17時00分

議題１　真鍋淑郎さんがノーベル物理学賞を受賞した1967年の論文の紹介：西村敬一研究員

・スウェーデン科学アカデミーによる真鍋の業績の紹介，式の解説，ご本人がホームランと称され論文.

議題２　真鍋淑郎さんの文献：北岡豪一研究員

議題３　真鍋淑郎さんの式を掲げたホテル：山下栄次研究員

付録：真鍋の式を掲げたビル写真.　　「城下」電停を降り，「山留」の前を美術館への坂を上る.

図１　壁写真―背景はシンフォニーホール

図２　壁写真

○第138回ジオセミナー@関　議事録・メール交信

場所：メール交信

日時：2021/10/27/～11/29

事務連絡

・第138回ジオセミナー@関議事録は，2021/10/27～2021/11/29間のメール配信資料を掲載する.

話題提供１）TBS-TV報道特集「ネオニコチノイド系殺虫剤」の紹介：西村敬一研究員

話題提供２）RSKテレビ「和牛の蔓牛（つるうし）」の紹介：西村敬一研究員

○第139回ジオセミナー@関　議事録

日時：2021年11月30日（火），13時00分から17時00分

議題１　コロナ流行中の入院生活：山下研究員

議題２　山陽新聞切抜き，「結婚31歳，寿命79歳」，「海藻のCO2吸収量算出」，被爆建物「旧陸軍被服支廠」の全棟保存：山下研究員

議題３　世界の新型コロナ感染動向　2021/11/9現在：北岡研究員

付録：川崎医大医療センター13階からの雲の景色

図１　北の景色：岡山理科大学
2021/10/28 14:54

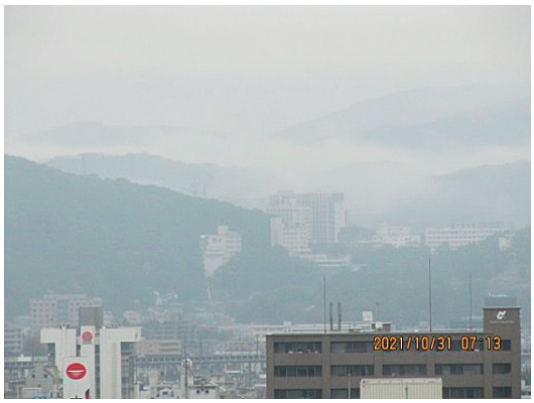


図２　北の景色：霧中の岡山理科大学/
2021/10/31 07:13

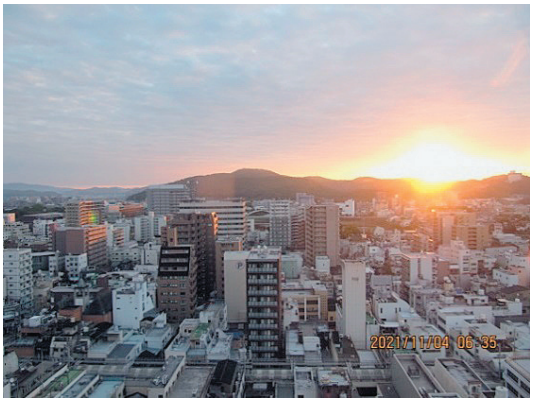


図３　東の景色：操山の朝日
2021/11/04 6:35

図４　東の景色：操山の雨柱
2021/11/04 13:15

○第140回ジオセミナー@関　議事録・メール交信

場所：メール交信

日時：2021/12/1～12/28

事務連絡

・第140回ジオセミナー@関議事録・メール交信は，2021/12/1～12/28間のメール配信した資料を掲載します．

話題提供１）西村敬一研究員が，2021/11/03配信：気象庁，2021/12/03 09:33発表：紀伊水道の地震，速報．

話題提供２）西村敬一研究員が，2021/11/03配信：紀伊水道のメカニズム，速報．

話題提供３）北岡豪一研究員が，2021/11/04配信：黒田洋一郎氏講演：第２回アドボカシーカフェ 4.28 子どもを守るための予防原則．

話題提供４）北岡豪一研究員が，2021/11/04配信：木村-黒田純子：「グリホサート・話題提供５）ラウンドアップなど農薬のヒトへの毒性」2021/11/20．

話題提供５）西村敬一研究員が岡山市立七区小学校校長　定光 正先生宛に送った報告書，2021/11/05配信：「2021年12月３日に発生した紀伊水道の地震について―七区小学校における観測記録のご報告―」．

話題提供６）西村敬一研究員が，2021/11/05配信：気象庁地震火山部報道発表，「令和3年12月３日11時00分：令和３年12月３日09時28分頃の紀伊水道の地震について」．

話題提供７）西村敬一研究員が，2021/11/05配信：気象庁地震火山部報道発表，「令和３年12月３日08時40分，令和３年12月３日06時37分頃の山梨県東部・富士五湖の地震について」．

話題提供８）西村敬一研究員が，2021/11/09配信：気象庁地震火山部報道発表，「令和３年12月９日12時20分，令和３年12月９日11時05分頃のトカラ列島近海の地震について」．

話題提供９）山下栄次研究員が，2021/12/22配信：日本海溝北部および千島海溝沿いの巨大地震の被害想定，死者最大19.9万人．山陽新聞，2021/12/22．

（文責　山下）

学外発表学術論文，学会発表論文，特許および受賞

学術論文及び著書

フロンティア理工学研究所所員

Okuda, Y., Fujimoto, M., **Akashi, H**., Orita, A. (2021) “Dephosphinylative [4+2] Benzannulation of Phosphinyl Ynamines: Application to the Modular Synthesis of Polycyclic Aromatic Amines” Journal of Organic Chemistry, 86(24), 17651-17666.

Handa, M., Nishiura, S., Kano, M., Yano, N., **Akashi, H**., Mikuriya, M., Tanaka, H., Kawamoto, T., Kataoka, Y. (2021) “Structures and properties of 4-phpy, pyz, and 4,4′-bpy adducts of lantern-type dirhodium complexes with μ-formamidinato and μ-carboxylato bridges” Magnetochemistry, 7(3), 39.

Mitsumi, M., Komatsu, Y., Hashimoto, M., Toriumi, K., Kitagawa, Y., Miyazaki, Y., Akutsu, H., and **Akashi, H**. (2021) “Large-Amplitude Thermal Vibration-Coupled Valence Tautomeric Transition Observed in a Conductive OneDimensional Rhodium-Dioxolene Complex” Chemistry - A European Journal, 27(9), 3074-3084.

Okuda, Y., Imafuku, K., Tsuchida, Y., Seo, T., **Akashi, H**., and Orita, A. (2020) “Process-Controlled Regiodivergent Copper-Catalyzed Azide-Alkyne Cycloadditions: Tailor-made Syntheses of 4- and 5-Bromotriazoles from Bromo (phosphoryl) ethyne” Organic Letters, 22(13), 5099-5103.

Takehiko Sato, Kazuki Okazaki1, Tomoki Nakajima, Shigeru Fujimura, **Tatsuyuki Nakatani**, Development of Compact Plasma Sterilization Device for Contact Lenses, Plasma Medicine, vol.11(1), pp. 57-67, DOI: 10.1615/plasmamed.2021037288, (2021).

Sung-Hwa Hwang, Ryosuke Iwamoto, Takamasa Okumura, Kunihiro Kamataki, Naho Itagaki, Kazunori Koga, **Tatsuyuki Nakatani**, and Masaharu Shiratani, Comparison between Ar+CH4 Cathode and Anode Coupled Capacitively Coupled Plasma Chemical Vapor Deposition of Hydrogenated Amorphous Carbon Films, Thin Solid Films, vol.729(1), 138701, DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2021.138701, (2021).

Watari, Shogo; Wada, Koichiro; Araki, Motoo; Sadahira, Takuya; Ousaka, Daiki; Oozawa, Susumu; **Nakatani, Tatsuyuki**; Imai, Yuichi; Kato, Junichi; Koriyama, Reiko; Watanabe, Toyohiko; Nasu, Yasutomo, Intra-luminal diamond-like carbon coating with anti-adhesion and anti-biofilm effects for uropathogens: a novel technology applicable to urinary catheters, International Journal of Urology, vol.28, pp. 1282-1289, https://doi.org/10.1111/iju.14675, (2021).

中谷達行（共著）：動的粘弾性測定とそのデータ解釈事例，第２章高分子，複合材料の動的粘弾性測定とそのデータ解釈事例　第23節「ナノインデンテーション法による動的粘弾性測定を用いたDLC被覆樹脂の機械的特性評価」，技術情報協会，ISBN978-4-86104-866-1，2021年（印刷中）

中谷達行（共著）：撥水・撥油・親水性材料の開発動向（監修：（国研）産業技術総合研究所／穂積篤），第３章材料・表面の化学的効果を利用した撥水・撥油・親水化　第３節「DLC被覆人工血管チューブ内壁の親水化処理技術」，シーエムシー出版，pp.143-150，（2021）

中谷達行，藤井泰宏，交流高電圧バーストプラズマCVD法による人工血管内壁への生体適合性DLCコーティング，NEW DIAMOND，第140号Vol.37　No.1，pp.25 - 30（2021.1）

福江紘幸，小山裕雅，岡野忠之，黒岩雅英，米澤健，中谷達行，バイポーラHiPIMS法を用いたDLC成膜におけるプラズマの時空間分解発光分光診断, 岡山理科大学紀要 A, 自然科学 第56号, pp.67 - 74（2021.1）

中谷達行，逢坂大樹，特集「表面処理とトライボコーティングの最近の動向」医療分野に貢献する日本医用DLC研究会の設立と今後の展望，潤滑経済，No. 675，pp.17 - 21，（2021）.

佐藤岳彦，村松海里，中嶋智樹，長沢敏勝，中谷達行，藤村茂，大気圧低温プラズマ流によるコンタクトレンズ滅菌ケースの開発，日本機械学会流体工学部門「今この論文／技術／研究開発が熱い！」WEB掲載，（2021）

佐藤岳彦，中谷達行，宮原高志，大谷清伸，上原聡司，中嶋智樹，水中プラズマによる微細気泡の生成・安定化機構，東北大学流体科学研究所令和元年度共同利用・共同研究拠点「流体科学国際研究教育拠点」活動報告書，pp.93-94，令和３年３月発行，（2021）

Kairi MURAMATSU, Takehiko SATO, Tomoki NAKAJIMA, Toshikatsu NAGASAWA, **Tatsuyuki NAKATANI** and Shigeru FUJIMURA, Sterilization in liquids by air plasma under intermittent discharge, Mechanical Engineering

Journal 7(1), 19-00431/1 - 19-00431/9, (2020).

Haruna KITAGAWA, Ichiro SHIMIZU, Akira WADA, **Tatsuyuki NAKATANI**, Xinming ZHAO and Takashi TAMURA, Finite Element Study on Influence of Stent Deployment upon Mechanical Response of Coronary Artery, Advanced Experimental Mechanics, Vol.5, pp. 128-134, (2020).

Sung-Hwa Hwang, Takamasa Okumura, Kunihiro Kamataki, Naho Itagaki, Kazunori Koga, **Tatsuyuki Nakatani** and Masaharu Shiratani, Low stress diamond-like carbon films containing carbon nanoparticles fabricated by combining rf sputtering and plasma chemical vapor deposition, Japanese Journal of Applied Physics, vol.59(10), 100906/1 – 10906/4, (2020).

Hwang, Sunghwa; Koga, Kazunori; Hao, Yuan; Attri, Pankaj; Okumura, Takamasa; Kamataki, Kunihiro; Itagaki, Naho; Shiratani, Masaharu; Oh, Jun-Seok; Takabayashi, Susumu; **Nakatani, Tatsuyuki**; Time of Flight Size Control of Carbon Nanoparticles using Ar+CH4 Multi-Hollow Discharge Plasma Chemical Vapor Deposition Method, Processes 2021, 9, 2. https://dx.doi.org/10.3390/pr9010002, (2020).

中谷達行（共著）：高分子材料のトライボロジー制御，第６章摩擦，摺動材料の開発，評価と製品応用事例　第21節「DLC成膜による医療デバイス表面の低摩擦化，耐摩耗性向上」，技術情報協会，ISBN：978-4-86104-770-0，pp.529-542，2020年

中谷達行（共著）：「2020年度版ドライコーティング市場の全貌と将来展望」第３章　医療分野におけるDLCコーティングの技術動向，矢野経済研究所，pp.177-188，（2020）

中谷達行，特集１「ナノ表面改質技術」DLCの医療応用，月刊トライボロジー，Vol. 34（1），pp.20-22，（2020）.

中谷達行，特集「エネルギーと印刷」医療デバイスへのDLC膜形成による生体バリア性の向上，印刷学会誌，第57巻第１号，pp.17-20，（2020）.

中谷達行，特集「高撥水・高親水性材料の開発動向」DLC被覆人工血管チューブ内壁の親水化処理技術，機能材料，Vol.40，No.6，pp.57-63，（2020）.

中谷達行，マテリアルニュース＆トピックス「ダイヤモンドライクカーボン技術を用いた医療材料の生体親和性向上」，MATERIAL STAGE，第20巻第２号 通巻230号，pp.71-73，（2020）.

中谷達行，特集「次世代健康・医療・福祉の科学」医療用材料の生体親和性を高めるダイヤモンドライクカーボン技術，化学工業，Vol.71，No.8，pp.510-517，（2020）.

黒岩雅英，岡野忠之，中谷達行，福江紘幸，高機能成膜を実現させるアーク抑制型HiPIMS電源の開発，Sputtering & Plasma Processes，Vol.35，No.1，pp.1-6，（2020）.

中谷達行，逢坂大樹，特集「DLCコーティングの動向」日本医用DLC 研究会の設立と活動概要，Mechanical Surface Tech，No. 59，pp.28 - 30，（2020）.

佐藤岳彦，中谷達行，宮原高志，大谷清伸，上原聡司，中嶋智樹，水中プラズマによる微細気泡の生成・安定化機構，東北大学流体科学研究所平成30年度共同利用・共同研究拠点「流体科学国際研究教育拠点」活動報告書，pp.253-254，（2020）.

Mochizuki, N., Fujii, S., Hasegawa, T., Yamamoto, Y., **Hatakeyama, T**., Yamashita, D., Okada, M. Shibuya, H., A tephra-based approach to calibrating relative geomagnetic paleointensity stacks to absolute values, Earth Planet. Sci. Lett., 572, 117119, https://doi.org/10.1016/j.epsl.2021.117119, (2021).

Kitahara, Y., Nishiyama, D., Ohno, M., Yamamoto, Y., Kuwahara, Y., **Hatakeyama, T**., Construction of new archaeointensity reference curve for East Asia from 200 CE to 1100 CE, Phys. Earth Planet. Inter., 310, 106596, https://doi.org/10.1016/j.pepi.2020.106596, (2021).

畠山唯達，北原優，竹原窯跡群1，9号窯跡の古地磁気方位と考古地磁気推定年代，竹原窯跡群発掘調査報告書，兵庫県教育委員会，（印刷中）.

畠山唯達，北原優，大塚絃司，倉内岳人，森本蓮，白石純，齊藤大輔，史跡周防鋳銭司跡における磁気探査および表面帯磁率を用いた被熱遺構の調査，史跡周防鋳銭司跡，山口市教育委員会，山口大学山口岳研究センター，pp.176-191，（2021）.

畠山唯達，八木千亜希，白石純，岡山県瀬戸内市庄田工田窯跡出土の土器片の磁性，備前邑久窯跡群の研究２－西日本における地方窯業生産の研究－，岡山理科大学考古学教室，pp.123-137，（2021）.

北原優，畠山唯達，庄田工田窯跡出土資料に対する考古地磁気学的分析，備前邑久窯跡群の研究２－西日本における地方窯業生産の研究－，岡山理科大学考古学教室，pp.88-95，（2021）.

畠山唯達，磁性・磁場を用いた遺構・遺物に対する調査研究，古代テクノポリス山口－その解明と地域資産創出を目指して－研究報告書』，pp.35-40，（2021）.

畠山唯達，北原優，庄田工田窯跡における磁気探査，備前邑久窯跡群の研究２－西日本における地方窯業生産の研究－，岡山理科大学考古学教室，pp.81-87，（2021）.

畠山唯達，情報処理センターにおけるICTを便利に利用する取り組みのまとめ，岡山理科大学情報処理センター研究報告，41・42，pp.41-48，（2021）.

Hyodo, H., Sato, K., Kumagai, H. and Takamiya, K. (2021) Metamorphic age of Acasta gneiss and regional cooling history. *KURNS Progress Report 2020*, 156.

Miki, M., Seki, H., Yamamoto, Y., Gouzu, C., **Hyodo, H.**, Uno, K., and Otofuji, Y. (2020) Paleomagnetism, paleointensity and geochronology of a Proterozoic dolerite dyke from southern West Greenland. *Journal of Geodynamics* **139** 101752. doi.org/10.1016/j.jog.2020.101752.

Kawabata, R., **Imayama, T.,** Bose, N., Yi, K., and Kouketsu, Y. (2021). Tectonic discontinuity, partial melting and exhumation in the Garhwal Himalaya (Northwest India): Constrains from spatial and temporal pressure-temperature conditions along the Bhagirathi valley. *Lithos*, 404–405, 106488.

Kawabata, R., **Imayama, T.**, Kato, T., Oh, C. W., Horie, K., and Takehara, M. (2021). Multi-stage metamorphic history of the Oki gneisses in Japan: Implications for Paleoproterozoic metamorphism and tectonic correlations in northeastern Asia. *Journal of Metamorphic Geology*, in press, https://doi.org/10.1111/jmg.12627.

Sakai, H., Iwano, H., and **Imayama, T.** (2021). Thematic issue: Evolution of Nepal Himalaya, Preface, *Island Arc*.

Imayama, T., Oh, C. –W., Jeon, J., and Yi, K. (2021). Neoproterozoic and middle Paleozoic geological events in the eastern Wolhyeonri complex of the southwestern Gyeonggi Massif, South Korea, and their tectonic correlations in northeastern Asia. *Lithos*, 105923, doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105923.

Imayama, T., Ueda, H., Usuki, T., Minami, M., Asahara, Y., and Nagahashi, T. (2020). Variability of protoliths and pressure-temperature conditions of amphibolites from the Ohmachi Seamount (Izu-Bonin-Mariana arc): Evidence of a fossil subduction channel in modern intra-oceanic arcs. *Mineralogy and Petrology*, 114, 305-318.

Imayama, T., Uehara, S., Sakai, H., Yagi, K., Ikawa, C., and Yi, K. (2020). The absence of high-pressure metamorphism in the inverted Barrovian metamorphic sequences of the Arun area, eastern Nepal and its tectonic implication. *International Journal of Earth Sciences*, 109, 465-488.

Imayama, T. (2020). Microstructures associated with biotite dehydration reaction in the Himalaya orogen. *Bull. Inst. Front. Sci. Tech., Okayama Univ. of Sci.*, v.2, p. 41-45.

Y. Hatsuda, **S. Maki**, T. Ishizaka, S. Omotani, N. Koizumi, Y. Yasui, T. Saito, M. Myotoku, A. Okada, and T. Imaizumi, Visualization of cross-resistance between antimicrobials by asymmetric multidimensional scaling, Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics, (DOI:10.1111/jcpt.13564), (15 pages), (November 2021).

S. Maki, Y. Sakakibara, and Naomi Hisanaga Five-year Survey of Personal Computer Work by the Staff of a Teacher Training University and Affiliated Schools, Health Behavior and Policy Review 8(5), pp. 394-411, (September, 2021). DOI: https://doi.org/10.14485/HBPR.8.5.1

S. Maki, S. Kuroda, S. Fujiwara, S. Tanaka, E. Erzalia, M. Kato, K. Higo, T. Arata, T. Nakagaki, Thermal conductivity and thermal diffusivity of slime mold (Physarum polycephalum), Biomedical Journal of Scientific and Technical Research, vol. 31(3), pp. 24140-24145, (October 2020).

Y. Hatsuda, T. Ishizaka, N. Koizumi, Y. Yasui, T. Saito, S. Omotani, **S. Maki**, H. Teramachi, M. Myotoku, Monitoring antimicrobial cross-resistance with cross-resistance rate correlation diagrams: Changes in antibiotic susceptibility of Pseudomonas aeruginosa due to hospital relocation. Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics vol. 45, DOI: 10.1111/jcpt.13296, (13 pages), (September 2020).

S. Maki, S. Fujiwara, S. Tanaka, E. Erzalia, M. Kato, K. Higo, Y. Isaka, R. Maekawa, M. Hagiwara, T. Arata, Temperature dependence and anisotropic effects in the thermal properties of hen egg-white lysozyme crystals, Symmerry vol. 12(8) 1279(13 pages), (September, 2020).

Y. Hatsuda, T. Ishizaka, N. Koizumi, Y. Yasui, T. Saito, **S. Maki**, S. Omotani, J. Mukai, T. Tachi, H. Teramachi, M. Myotoku, Influence of analysis conditions for antimicrobial susceptibility test data on susceptibility rates, PLOS ONE, vol.15(6), e0235059(16 pages), (June, 2020).

Higashita R, NakayamabY, Shiraishi Y, **Iwai R** et. al.: Acute Phase Pilot Evaluation of Small Diameter Long iBTA Induced Vascular Graft “Biotube” in a Goat Model., EJVES Vascular Forum. Article in press.

Nakayama Y, Higashita R, Shiraishi Y, Umeno T, Tajikawa T, Yamada, Mori K, Miyazaki M, Ohara M, **Iwai R** et al.: iBTA-Induced Biotube® Blood Vessels: 2020 Update., Kidney Dial. 1(1), 3-13 (2021).

Yamada D, Nakamura M, Takao T, Takihira S, Yoshida A, Kawai S, Miura A, Ming L, Yoshitomi H, Gozu M, Okamoto K, Hojo H, Kusaka N, **Iwai R**, Nakata E, Ozaki T, Toguchida J, Takarada T.: Induction and expansion of human PRRX1+ limb-bud-like mesenchymal cells from pluripotent stem cells., Nat Biomed Eng. 5(8):926-940(2021).

Sato Y, **Iwai R**, Fukushima M, Nakayama Y.: Involvement of somatic stem cells in encapsulation of foreign-body reaction in canine subcutaneous Biotube tissue formation., J Biosci Bioeng. 132(5):524-530(2021).

Narumi Y, **Iwai R**, Takagi M.: Recovery of human mesenchymal stem cells grown on novel microcarrier coated with thermo-responsive polymer., J Artif Organs 23(4):358-364(2020).

Iimori Y, **Iwai R**, Nagatani K, Inoue Y, Funayama-Iwai M, Okamoto M, Nakata M, Mie K, Nishida H, Nakayama Y, Akiyoshi H.: Urinary bladder reconstruction using autologous collagenous connective tissue membrane “Biosheet®” induced by in-body tissue architecture: A pilot study., Regen Ther. 15:274-280(2020).

岩井良輔（著），高木睦（編著）：セルプロセッシング工学（増補）―抗体医薬から再生医療まで―，コロナ社，ISBN978-4-339-06763-7，230ページ.

客員研究員

Itaya, T. (in press). On geothermometer and oxygen barometer using coexisting Fe-Ti oxides on a thermodynamic basis: A case of regular solution approximation. *Engineering Geology of Japan*, No. 11.

Bounliyong. P., **Itaya. T.**, Arribas, A., Watanabe, Y., Wong, H. and Echigo, T. (2021). K–Ar geochronology of orogenic gold mineralization in the Vangtat gold belt, southeastern Laos: Effect of excess argon in hydrothermal quartz. *Resource Geology*, 2021;71:161–175. https://doi.org/10.1111/ rge.12258

Sonehara, T., Yagi, K., Takeshita, H., Aoki, K., Aoki, S., Otofuji, Y. and **Itaya, T**. (2020). Kibi Plateau: A stable-coherent tectonic unit in the active Japanese Islands. *Scientific Reports*, (2020) 10:3786 https://doi.org/10.1038/s41598-020-60448-x.

Itaya, T. (2020). K-Ar phengite geochronology of HP-UHP metamorphic rocks-An in-depth review-. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 115, 44-58. doi:10.2465/jmps.190123.

Kubota, Y., Takeshita, T., Yagi, K. and **Itaya, T**. (2020). Kinematic analyses and radiometric dating of the large-scale paleogene two-phase faulting along the median tectonic line, Southwest Japan. *Tectonics*, 39, e2018TC005372. https://doi.org/10.1029/2018TC005372, 1-29.

金枝敏明，機械加工における雰囲気が加工現象に及ぼす影響（第１報）―切削における塗布効果，機械の研究，73，2，pp83-88（2021）.

金枝敏明，機械加工における雰囲気が加工現象に及ぼす影響（第２報）―塗布効果のメカニズム，73，3，PP213-217（2021）.

金枝敏明，機械加工における雰囲気が加工現象に及ぼす影響（第３報）―シミュレーションせん断実験による塗布効果のメカニズムの検証，73，4，pp285-288（2021）.

金枝敏明，機械加工における雰囲気が加工現象に及ぼす影響（第４報）―浸漬法による潤滑機構中の塗布効果の役割究明，73，5，PP363-368（2021）.

金枝敏明，機械加工における雰囲気が加工現象に及ぼす影響（第５報）―油剤圧力注入によるすくい面潤滑効果と塗布効果との比較，73，6，PP422-427（2021）.

金枝敏明，機械加工における雰囲気が加工現象に及ぼす影響（第６報）―オイルミスト実験による最小油膜厚さの決定，73，7，pp525-530（2021）.

金枝敏明，機械加工における雰囲気が加工現象に及ぼす影響（第７報）―ステンレス鋼304での塗布効果，73，8，pp607-612（2021）.

北岡豪一，「図説　日本の温泉－170温泉のサイエンス－」（分担執筆），p.132-134，p.138-143. p.146，一般社団法人　日本温泉科学会監修，朝倉書店，2020年３月１日.

Takumi Kobayashi, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara, So Shimooka, Development of Small-sized Servo

Valve using Gate Mechanism and Diaphragm, JFPS International Journal of Fluid Power System, Vol.14, No.1, pp. 1-9, (2021).

Takashi Shinohara, Keichi Kusunose, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takumi Kobayashi, So Shimooka, Analysis and Improvement of Cilia Type Pipe Inspection Robot Using Extension Type Flexible Pneumatic Actuators, JFPS International Journal of Fluid Power System, Vol.14, No.1, pp. 19-27, (2021).

Takumi Kobayashi, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara, So Shimooka, Development of Low-cost Pressure Control Type Valves Using Buckled Tubes and Gate-mechanism, JFPS International Journal of Fluid Power System, Vol.14, No.1, pp. 28-34, (2021).

Takumi Kobayashi, Kenshiro Takeuchi, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara, So Shimooka, Development of Tetrahedral-type Soft Actuators Driven by Low-Cost Servo Valves Using RC Servo Motors, JFPS International Journal of Fluid Power System, Vol.14, No.2, pp. 35-42, (2021).

So Shimooka, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Shinsaku Fujimoto, and Wataru Kobayashi, Development of Intelligent Rubber Artificial Muscle with Integrated Pneumatic Driving System and Built-in Inner Diameter Sensor, International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, Vol. 9, No.1, pp. 136-142, (2020).

Hideyuki Obayashi, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Wataru Kobayashi, Yasuko Matsui, So Shimooka, Takashi Shinohara, and Mohd Aliff, Development of Portable Rehabilitation Device Driven by Low-Cost Servo Valve Using Tap Water, International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, Vol. 9, No. 3, pp. 353-359, (2020).

Koutaro Hayashi, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Wataru Kobayashi, Takashi Shinohara, Keichi Kusunose, and Mohd Aliff, Improvement of Pipe Holding Mechanism and Inchworm Type Flexible Pipe Inspection Robot, International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, Vol. 9, No. 6, pp. 894-899, (2020).

Keichi Kusunose, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Wataru Kobayashi, Takashi Shinohara, Yusuke Hane, Koutaro Hayashi and Mohd Aliff, Development of Inchworm Type Pipe Inspection Robot using Extension Type Flexible Pneumatic Actuators, International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. Vo.17, No.2, pp.8019-8028, (2020).

So Shimooka, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara, Yusuke Hane and Mohd Aliff, Development of Reinforced Extension Type Flexible Pneumatic Actuator with Circumferential Restraints and Its Application for Rehabilitation Device, International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. Vo.17, No.3, pp.8116-8127, (2020).

Wei-Hang Tian, Cian-Cheng Jhan, Misaki Inokuma, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, and So Shimooka, Development of a Tetrahedral-Shaped Soft Robot Arm as a Wrist Rehabilitation Device Using Extension Type Flexible Pneumatic Actuators, Journal of Robotics and Mechatronics Vol.32 No.5, pp. 931-938, (2020).

So Shimooka, Yusuke Hane, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Wataru Kobayashi, Takashi Shinohara, and Yasuko Matsui, Development and Attitude Control of Washable Portable Rehabilitation Device for Wrist without Position Sensor, JFPS International Journal of Fluid Power System, Vol.13, No.3, pp. 25-34, (2020).

西村敬一, 岡山平野における昭和南海地震による被害と要因の再検討―「ゆれやすさマップ」改善の試み―, 岡山理科大学フロンティア理工学研究所研究報告，第３号，(2021)．Article in press.

西村敬一，岡山平野の基盤構造モデルからみた昭和および安政の南海地震の被害分布，岡山理科大学フロンティア理工学研究所研究報告，第２号，pp.45-50（2020）.

高畠正之・**西村敬一**, ドローンによる空撮映像『砂川～40kmの水の旅～』～新たなESD教材としての可能性～，第１回OUSフロンティアセミナー「サステナブル社会のためのフロンティア科学・技術」～岡山から環境，防災，医療を考え発信する～，講演要旨，pp.9-12（2020）.

蜂谷和明，青木宏之：属板表面上へのエチレングリコールの吸着の誘電分散を用いた測定，岡山理科大学フロンティア理工学研究所研究報告，３号（2021）．Article in press.

Mitsuru Hayashi and **Eiji Yamashita** (2020) Spatial Variation in pCO_2 Based on 16 Years of In Situ Measurements in the Seto Inland Sea, Japan. In Hubert-jean Ceccaldi (eds.), Evolution of Marine Coastasl Ecosystems under the Pressure of Global Changes, Prceedings of Voastgal Bordeaux Symposium anad of the 17th French-Japanese Oceanography Symposium. P.83-94.

山下栄次，ジオセミナー@関活動記録―2020年１月～12月―，岡山理科大学フロンティア理工学研究所研究報告，No.3，2021. Article in press.

山下栄次，瀬戸内海沿岸の渋川と牛窓における海水中二酸化炭素の季節変化―1990～2010年の測定―，岡山

理科大学フロンティア理工学研究所研究報告，No.2，p.59-64，2020.

山下栄次，ジオセミナー@関活動記録―2020年１月～12月―，岡山理科大学フロンティア理工学研究所研究報告，No.2，p.75-87，2020.

兼務研究員

Izu Y, Adams SM, Connizzo BK, Beason DP, Soslowsky LJ, Koch M, Birk DB. Collagen XII mediated cellular and extracellular mechanisms regulate establishment of tendon structure and function. Matrix Biol. 2021, 95:52-67

Fukusato S, Nagao M, Fujihara K, Yoneda T, Arai K, Koch M, Kaneko K, Ishijima M, **Izu Y**. Collagen XII Deficiency Increases the Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury in Mice. J Clin Med. 2021, 7;10(18):4051

伊豆弥生（単著）：腱細胞の細胞間コミュニケーションVI型・XII型コラーゲンによる制御，腱・靭帯のフロンティア，整形・災害外科，2020; 63(7):945-950

T. Iwanaga,* T. Komori, H. Sato, S. Suzuki, T. Yamauchi, Y. Misaki, H. Sato, S. Toyota, Synthesis, Structures and Electronic Properties of 2,7-Anthrylene-based Azacyclophanes Bearing *o*-, *m*-, and *p*-Phenylenediamine Linkers, *J. Org. Chem.* **2021**, *86*(17), 11370-11377.

T. Shimasaki,* K. Kobayashi, T. Kitanou, T. Oki, T. Ishikawa, N. Asano, **T. Iwanaga**, N. Teramoto, M. Shibata,* Synthesis and Photophysical Properties of 7-(Diethylamino)-3-(4-(arylethynyl)phenyl)-2*H*-chromen-2-ones as Strong Fluorescent Materials, *Tetrahedron*, **2021**, *96*, article132369.

J. Nebauer, T. Ishikawa, S. Toyota, R. R. Tykwinski, **T. Iwanaga**, Construction of Anthracene Bisimide-based Donor–Acceptor–Donor Arrays with 6,13-Diethynylpentacenes and 9,10-Diethynylanthracenes as Extended π-Conjugated Systems, Chemistry Letters, vol. 49 (7), pp. 781–784, (2020).

Masumi Eto, Shuichi Katsuki, Yoshinori Tanaka, Kosuke Takeya, Kinase Activity-tagged Western Blotting Assay, Biotechniques, vol. 68 (4), pp. 211–213, (2020).

Zhifang Hu, Lifen Peng, Renhua Qiu, **Akihiro Orita**, Recent Progress of Protecting Groups for Terminal Alkynes, Chinese Journal of Organic Chemistry, 40(10), pp. 3112-3119 (2020).

Yasuhiro Okuda, Kazuto Imafuku, Yoshiyuki Tsuchida, Tomoyo Seo, Haruo Akashi, and **Akihiro Orita**, Process-Controlled Regiodivergent Copper-Catalyzed Azide-Alkyne Cycloadditions: Tailor-made Syntheses of 4-and 5-Bromotriazoles from Bromo(phosphoryl)ethyne, Organic Letters, 22(13), pp. 5099–5103 (2020).

Hikaru Watanabe, Mai Takemoto, Kazumasa Adachi, **Yasuhiro Okuda**, Aki Dakegata, Takahide Fukuyama, Ilhyong Ryu, Kan Wakamatsu, **Akihiro Orita**, Syntheses of Diarylethenes by Perylene-catalyzed Photodesulfonylation from Ethenyl Sulfones, Chemistry Letters, 49, pp. 409–412 (2020).

Yasuhiro Okuda, Tomoyo Seo, Yuki Shigezane, Hikaru Watanabe, Haruo Akashi, Tetsuo Iwanaga, **Akihiro Orita**, Synthesis of Ph2P(O)-stabilized Ynamines via C(sp)-N Bond Formation and Their Dephosphorylative Copper-catalyzed Click Reaction, Chemistry Letters, 48, pp. 1484-1487 (2019).

Kewei Sun, Ondřej Krejči, Adam S. Foster, **Yasuhiro Okuda**, **Akihiro Orita**, and Shigeki Kawai, Synthesis of Regioisomeric Graphene Nanoribbon Junctions via Heteroprecursors, The Journal of Physical Chemistry C, 123, pp. 17632-17638 (2019).

Tomoyuki Tajima, Rai Sanda, Katsuya Nishihara, Hitoshi Shirai, **Yasuhiro Okuda**, **Akihiro Orita**, Yutaka Takaguchi, Disproportionation-induced solid-state fluorescence in 6,13-dihydropentacenes, RSC Advances, 9, pp. 17035-17039 (2019).

Matsumura T, Ohta Y, Taguchi A, Hiroshige S, Kajimura Y, Fukuda N, Yamamoto K, Nakabayashi H, Fujimoto R, Yanai A, Shinoda K, Watanabe K, Mizukami Y, **Kanki K**, Shiota G, Tanizawa Y, Liver-specific dysregulation of clock-controlled output signal impairs energy metabolism in liver and muscle. Biochem Biophys Res Commun. vol. 534, pp. 415-421, (2021). Epub 2020 Nov 27.

Naito K, **Kanki K**, Glycolytic inhibition by resveratrol prevents myoblast cell death caused by glucose deprivation and hypoxia; a possible application to the three-dimensional tissue construction. J Biosci Bioeng. vol. 131(1), pp. 90-97, (2021). Epub 2020 Sep 16.

Kanki K, Watanabe R, Nguyen Thai L, Zhao CH, Naito K, HDAC9 Is Preferentially Expressed in Dedifferentiated Hepatocellular Carcinoma Cells and Is Involved in an Anchorage-Independent Growth. Cancers (Basel), vol. 12(10), pp. 2734, (2020).

Harada K, Ohashi R, Naito K, **Kanki K**, Hedgehog Signal Inhibitor GANT61 Inhibits the Malignant Behavior of Undifferentiated Hepatocellular Carcinoma Cells by Targeting Non-Canonical GLI Signaling. Int J Mol Sci. vol. 21(9), pp. 3126, (2020).

片山浩子，西原江里子，**清水一郎**，留学生別科における10年間の結果分析に基づく日本語能力向上のための一考察，岡山理科大学教育実践研究，Vol. 4，pp.113～123，（2021年）.

竹元嘉利，安野実希子，池本雅基，安藤寛幸，**清水一郎**，Ti-10Mo-7Al合金の焼戻し誘起マルテンサイトの形成機構，日本金属学会誌，85巻11号，pp.405-412，（2021年）.

趙　薪茗，**清水一郎**，後　公大，和田　晃，北川陽菜，中井賢治，AZ31マグネシウム合金薄肉円管における変形双晶を援用した局所力学的性質制御の試み，実験力学，20巻２号，pp.131-138，（2020）.

Haruna Kitagawa, **Ichiro Shimizu**, Akira Wada, **Tatsuyuki Nakatani**, Xinming Zhao and Takashi Tamura, Finite Element Study on Influence of Stent Deployment upon Mechanical Response of Coronary Artery, Advanced Experimental Mechanics, Vol. 5, pp. 128-134. (2020).

Brown, C., Herridge-Berry, S., **Chiba, K.**, Vitkus, A. R., and Eberth, D. A. (2020) High-resolution (cm-scale) GPS/GIS-based 3D mapping and spatial analysis of in-situ fossils in two horned-dinosaur bonebeds in the Dinosaur Park Formation (Upper Cretaceous) at Dinosaur Provincial Park, Alberta, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, cjes–2019–0183.

Ekhtiari, S., **Chiba, K.**, Popovic, S., Crowther, R., Wohl, G., Wong, A. K. O., Tanke, D. H., Dufault, D. M., Geen, O. D., Parasu, N., Crowther, M. A., and Evans, D. C. (2020) First case of osteosarcoma in a dinosaur: a multimodal diagnosis. *The Lancet Oncology*, *21*(8), 1021–1022. http://doi.org/10.1016/S1470-2045(20)30171-6

Ishigaki, S., Tsogtbaatar, K., Tsujigiwa, H., Mainbayar, B., Takahashi, A., Aoki, K., Aoki, S., Buyantegsh, B., Byambaa, P., Bayardorj, C., Otgonbat, B., Saneyoshi, M., Hayashi, S. and **Chiba, K**. (2020) Report of the Okayama University of Science – Mongolian Institute of Paleontology Joint Expedition in 2019. *Bulletin of Institute of Frontier Science and Technology, Okayama University of Science*, *1*, 1–5.

Wosik, M., **Chiba, K.**, Therrien, F., and Evans, D. C. (2020) Testing size–frequency distributions as a method of ontogenetic aging: a life-history assessment of hadrosaurid dinosaurs from the Dinosaur Park Formation of Alberta, Canada, with implications for hadrosaurid paleoecology. *Paleobiology*, *46*(3), 379–404. http://doi.org/10.1017/pab.2020.2

Karin Takahashi, Makoto Matsubayashi, Yukio Ohashi, **Jun Naohara**, Itsuo Urakami, Kazumi Sasai, Yasutoshi Kido, Akira Kaneko and Isao Teramoto, Efficacy of ultraviolet light-emitting diodes (UV-LED) at four different peak wavelengths against Cryptosporidium parvum oocysts by inactivation assay using immunodeficient mice, Parasitology International, Volume 77, 102108, August 2020.

Shiho FUJITAKA, Akiko KANAYAMA, Yukiko TAKAHASHI, **Jun NAOHARA** and Shoichi KOBAYASHI, Artificial chemical weathering of basaltic rock under the earth surface conditions of the present and the Proterozoic era, 岡山理科大学紀要, (56A, 49-58) 2020.

猶原　順，林　愿，中国および日本産農産物中元素濃度分析，岡山理科大学フロンティア理工学研究所研究報告（2，51-57）2020.

Karin Takahashi, Makoto Matsubayashi, Yukio Ohashi, **Jun Naohara,** Itsuo Urakami, Kazumi Sasai, Yasutoshi Kido, Akira Kaneko and Isao Teramoto, Efficacy of ultraviolet light-emitting diodes (UV-LED) at four different peak wavelengths against Cryptosporidium parvum oocysts by inactivation assay using immunodeficient mice, Parasitology International, Volume 77, 102108, August 2020.

猶原　順, 徳本　翼, 低圧水銀ランプに代わるエキシマランプによる着色溶液の脱色, 岡山理科大学紀要（56A, 75-80）2020.

Daisuke Takaya, Chiduru Watanabe, Shunpei Nagase, Kikuko Kamisaka, Yoshio Okiyama, Hirotomo Moriwaki, Hitomi Yuki, Tomohiro Sato, Noriyuki Kurita, **Yoichiro Yagi**, Tatsuya Takagi, Norihito Kawashita, Kenichiro Takaba, Tomonaga Ozawa, Midori Takimoto-Kamimura, Shigenori Tanaka, Kaori Fukuzawa, Teruki Honma, "FMODB: The World's First Database of Quantum Mechanical Calculations for Biomacromolecules Based on the Fragment Molecular Orbital Method", *Journal of Chemical Information and Modeling*, **61**(2), pp.777-794, (2021).（査読有）

Yoichiro Yagi（共著）: Chapt. FMO Drug Design Consortium, Sec. The Protease WG, "Recent Advances of the Fragment Molecular Orbital Method", Y. Mochizuki, S. Tanaka, K. Fukuzawa Edtors, Springer, pp.139-144, (2021).

学会発表

フロンティア理工学研究所所員

瀬戸竜之介・島田恵輔・片岡祐介・矢野なつみ・**赤司治夫**・御厨正博・半田真：シッフ塩基とフェノールを含む多座配位子の銅（II）およびマンガン（III）錯体の合成と性質．2021年日本化学会中国四国支部大会 高知大会，1P-08，高知大学，2021年11月13日．

中島海・速水智洸・**赤司治夫**・御厨正博・半田真：ルテニウム（III）二核錯体 Ph4P[{Ru(acac)-Cl}2(μ-Cl)3]（acac－＝アセチルアセトナートイオン）の合成と性質．2021年日本化学会中国四国支部大会 高知大会，2P-10，高知大学，2021年11月14日．

宮下侑也・松村紘希・**赤司治夫**・御厨正博・半田真：フェノキシド及び水架橋を有するマクロ環四核ニッケル（II）錯体の構造と磁気的性質．2021年日本化学会中国四国支部大会 高知大会，2P-10，高知大学，2021年11月14日．

釘田文陽・矢入永基・御厨正博・**赤司治夫**・半田真：軸位にハロゲン化物イオンおよびDMFが配位したランタン型ルテニウム（II，III）２核錯体．2020年度日本化学会中国四国支部大会，島根大学，2020年11月28日．

釘田文陽・矢入永基・御厨正博・**赤司治夫**・半田真：軸位にハロゲン化物イオンおよびDMFが配位したランタン型ルテニウム（II，III）２核錯体．2020年度日本化学会中国四国支部大会，島根大学，2020年11月28日．

浦田友寛・杉森保・**赤司治夫**・白鳥英雄・半田真：ポリエーテル鎖を８個導入した両親媒性フタロシアニン錯体の合成と性質．2020年度日本化学会中国四国支部大会，島根大学，2020年11月28日．

浦田友寛・杉森保・**赤司治夫**・白鳥英雄・半田真：環周辺に種々の機能性置換基を導入したフタロシアニン錯体の合成．日本分析化学会有機微量分析研究懇談会第37回合同シンポジウム，島根市民会館，2020年６月12日．

Masahide Kuroiwa, Tadayuki Okano, **Tatsuyuki Nakatani**, Hiroyuki Fukue, Development of the arc restraint type HiPIMS power supply to achieve high-performance film formation, 13th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 14h International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2021/IC-PLANTS2010), 1218, March 7-11, Virtual symposium, Nagoya, Japan, (2021).

Yuichi Imai, Kazuhiro Kanda, Yasuhiro Fujii, Susumu Ouzawa, Daiki Ousaka, Shinsuke Kunitsugu, **Tatsuyuki Nakatani**, Biomimetic diamond-like carbon coating on an inner wall of small-diameter long-sized tube by oxygen plasma treatment, 13th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 14th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2021/IC-PLANTS2021), 1113, March 7-11, Virtual symposium, Nagoya, Japan, (2021).

Yasuhiro Fujii, Takashi Goyama, Genya Muraoka, Daiki Ousaka, Yuichi Imai, Susumu Oozawa, Yasushi Sasai, **Tatsuyuki Nakatani**, Application of Diamond-Like-Carbon (DLC) for the Medical Fields; New Technologies and Potential for Innovation, International Conference on PROCESSING & MANUFACTURING OF ADVANCED MATERIALS (THERMEC'2021), BOOK OF ABSTRACTS p.197, Virtual Conference, May 9–14, VIENNA, AUSTRIA, (2021).

Takehiko Sato, Kazuki Okazaki, Hideto Kamiyama, Koki Oikawa, Kairi Muramatsu, Tomoki Nakajima, Shigeru Fujimura, Toshikatsu Nagasawa, **Tatsuyuki Nakatani**, Compact Atmospheric Plasma Sterilization Device for Contact Lenses, 8th International Conference on Plasma Medicine (ICPM-8), ThA2-1, August 3(Tue.)~6(Fri.), 2021 / Online Conference, (2021).

Sung-Hwa Hwang, Shinjiro Ono, Takamasa Okumura, Kunihiro Kamataki, Naho Itagaki, Kazunori Koga, **Tatsuyuki Nakatani**, and Masaharu Shiratani, Effects of Carbon Nanoparticles Inserted between Two Diamond Like Carbon Layers Films on Residual Stress of Films Deposited by Plasma Chemical Vapor Deposition, Interfinish2020, Virtual Conference, September 6-8, (2021).

S.H. Hwang, S. Ono, T. Okumura, K. Koga, K. Kamataki, N. Itagaki, M. Shiratani, J. S. Oh, S. Takabayashi, and **T. Nakatani**, Reduction of compressive stress of hydrogenated amorphous carbon films by inserting carbon nanoparticle layer using plasma CVD, The 42nd International Symposium on Dry Process (DPS2021), P-32, ON-

LINE SYMPOSIUM, November 18-19, (2021).

Takehiko Sato, Satoshi Uehara, Ryo Kumagai, Takashi Miyahara, Masanobu Oizumi, **Tatsuyuki Nakatani**, Shiroh Ochiai, Takamichi Miyazaki, Hidemasa Fujita, Seiji Kanazawa, Kiyonobu Ohtani, Atsuki Komiya, Toshiro Kaneko and Tomoki, Nakajima, Marc Tinguely and Mohamed Farhat, Formation and Measurement of Plasma Fine Bubbles, The 12th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-12), O11-1, ONLINE SYMPOSIUM, December 9-11, (2021). (Keynote Speech)

Ken Yonezawa, **Tatsuyuki Nakatani**, Jun Seok Oh, Kazunori Koga, Masaharu Shiratani, AlN Thin Film Properties Improved by Pressure Gradient Sputtering, Material Research Meeting 2021 (MRM2021), H2-PR18-27, December 13-17, (2021).

Yuichi Imai, **Tatsuyuki Nakatani**, Kazuhiro Kanda, Shinsuke Kunitsugu, Yasuhiro Fujii, Daiki Ousaka, Susumu Ouzawa, Tomio Uchi, Biomimetic Diamond-like Carbon Coating on a Lumen of Small-diameter Long-sized Tube Functionalized by Oxygen Plasma Treatment, Material Research Meeting 2021 (MRM2021), H2-O7-09, December 13-17, (2021).

Sung-Hwa Hwang, Shinjiro Ono, Takamasa Okumura, Kunihiro Kamataki, Naho Itagaki, Kazunori Koga, **Tatsuyuki Nakatani**, Masaharu Shiratani, Structural analysis of carbon nanoparticle composite films prepared by Ar+CH4 multi-hollow plasma chemical vapor deposition, Material Research Meeting 2021 (MRM2021), H2-PR18-06, December 13-17, (2021).

Shinjiro Ono, Sung Hwa Hwang, Takamasa Okumura, Kunihiro Kamataki, Naho Itagaki, Kazunori Koga, Jun Seok Oh, Susumu Takabayashi, **Tatsuyuki Nakatani**, Masaharu Shiratani, Structural Analysis of Hydrogenated Amorphous Carbon Films Deposited by Capacitively Coupled Plasma Chemical Vapor Deposition, Material Research Meeting 2021 (MRM2021), H2-PR18-17, December 13-17, (2021).

中谷達行，岡山発祥「日本医用DLC研究会」の活動が育む次世代医療デバイスの開発，第123回岡山県医用工学研究会『岡山における医用工学研究の成果と展望』，オンラインセミナー，2021年２月３日 招待講演

逢坂大樹，藤井泰宏，大澤晋，**中谷達行**，笹井泰志，今井裕一，Diamond-Like-Carbonコーティングの医療応用とその未来, 第３回岡山テックプラングランプリ（主催；株式会社中国銀行, 株式会社リバネス），中国銀行本店３階大ホール，2021年２月６日（土）

木村洸太，**中谷達行**，清水一郎，和田晃，RF-プラズマCVD法で成膜したSi添加DLC被覆AZ31マグネシウム合金のCH4/Si（CH3）4混合プロセスガス流量比が耐食性に与える影響，講演番号05c1，日本機械学会 中国四国学生会 第51回学生員卒業研究発表講演会，オンライン開催（ホスト：岡山理科大学），2021年３月４日（木）

福江紘幸，**中谷達行**，岡野忠之，黒岩雅英，國次真輔，太田裕己，米沢健，HF-HiPIMS法によるDLC膜の膜密度，表面技術協会第143回講演大会，山梨大学オンライン，講演番号P-18，2021年３月４日（木）～５日（金）

中谷達行，佐藤岳彦，中島智樹，和田里章悟，逢坂大樹，荒木元朗，和田耕一郎，藤井泰宏，大澤晋，藤村茂，プラズマを用いた抗菌，滅菌技術の最前線，第２回OUSフロンティアセミナー『コロナに立ち向かう知識と技術：岡山から考え発信する』，講演要旨集p.2-7，岡山理科大学オンライン，2021年３月５日（金）

今井裕一，**中谷達行**，國次真輔，神田一浩，逢坂大樹，藤井泰宏，大澤晋，内富男，医療用チューブ内腔へのダイヤモンドライクカーボン成膜と酸素プラズマ処理による表面構造の生体模倣，第２回OUSフロンティアセミナー『コロナに立ち向かう知識と技術：岡山から考え発信する』，講演要旨集p.21，岡山理科大学オンライン，2021年３月５日（金）

木村洸太，**中谷達行**，清水一郎，和田晃，生体吸収性ステントの溶出速度制御を可能とするSi-DLC膜の開発，第２回OUSフロンティアセミナー『コロナに立ち向かう知識と技術：岡山から考え発信する』，講演要旨集p.22，岡山理科大学オンライン，2021年３月５日（金）

米澤健，**中谷達行**，白谷正治，古閑一憲，呉準席，圧力勾配式スパッタリング法の開発―圧力勾配現象の確認と窒化アルミ成膜による代表的評価パラメータの比較検証―，第２回OUSフロンティアセミナー『コロナに立ち向かう知識と技術：岡山から考え発信する』，講演要旨集p.23，岡山理科大学オンライン，2021年３月５日（金）

福江紘幸，**中谷達行**，岡野忠之，黒岩雅英，國次真輔，太田裕己，米澤健，新規医療用DLC膜を実現するアー

ク抑制型HiPIMS法の開発，第２回OUSフロンティアセミナー『コロナに立ち向かう知識と技術：岡山から考え発信する』，講演要旨集p.24，岡山理科大学オンライン，2021年３月５日（金）

宇山晴夫，呉準席，大矢根綾子，鷹林将，**中谷達行**，福水裕之，米澤健，第150回記念研究会『2030年のプラズマ材料科学とその先を見越す』パネルディスカッション（モデレータ：古閑一憲）プラズマ材料科学における学界と産業界の相互作用，オンサイト（パナソニックセンター東京）とオンライン（Zoom）のハイフレックス形式，2021年４月23日（金）

中谷達行，医療デバイスへのDLC膜形成による生体バリア性の向上，一般社団法人ナノテクノロジービジネス推進協議会（NBCI）テクノロジー委員会ライフ分科会，Web会議形式，2021年８月４日（水）招待講演

古閑一憲，黄成和，小野晋次郎，奥村賢直，鎌滝晋礼，板垣奈穂，鷹林将，呉準席，**中谷達行**，白谷正治，Ar+CH4平行平板型プラズマCVDで作製したカーボンナノ粒子サイズに対するガス圧力の効果，2021年第82回応用物理学会秋季学術講演会, 13a-N323-1, オンライン, 2021年９月10日（金）～13日（月）

中谷達行，DLCの医療応用の現状と将来展望，公益社団法人化学工学会第52回秋季大会，オンサイト（岡山大学）とオンライン（Zoom）のハイフレックス形式，2021年９月22日（水）～24日（金）招待講演

米澤健，**中谷達行**，白谷正治，古閑一憲，呉準席，圧力勾配式スパッタリング法を用いた超高配向窒化アルミニウム薄膜の開発, OUSフォーラム2021アブストラクト集, p.11, オンライン, 2021年11月22日（月）～12月５日（日）

福江紘幸，**中谷達行**，米澤健，岡野忠之，黒岩雅英，國次真輔，太田裕己，新規HiPIMSプラズマ電源の開発によるDLC膜の高機能化，OUSフォーラム2021アブストラクト集，p.10，オンライン，2021年11月22日（月）～12月５日（日）

今井裕一，**中谷達行**，和田里章悟，國次真輔，交流高電圧バーストプラズマを用いた医療用カテーテルの開発, OUSフォーラム2021アブストラクト集, p.74, オンライン, 2021年11月22日（月）～12月５日（日）

Yuichi Imai, Shinsuke Kunitsugu, Yasuhiro Fujii, Takashi Goyama, Daiki Ousaka, Susumu Oozawa, **Tatsuyuki Nakatani**, Development of DLC Deposition Method for a Lumen of Small-diameter Long-sized Tube and the Evaluation of Biocompatibility in vivo, 7th Korea-Japan Joint Symposium on Advanced Solar Cells 2020 / 4th International Symposium on Energy Research and Application, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea, January 9 -12, 2020.

Muhammad Aminurul Helmy, Shinsuke Kunitsugu, **Tatsuyuki Nakatani**, Surface Contact Condition Factor towards Tribological Behavior of ta-C:H Film Deposited by Cathodic Vacuum Arc Plasma, 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2020/IC-PLANTS2020), 10P2-16, March 8-11, Nagoya University (Higashiyama Campus), Nagoya, Japan, (2020).

Yuichi Imai, Kazuhiro Kanda, Yasuhiro Fujii, Susumu Ouzawa, Daiki Ousaka, **Tatsuyuki, Nakatani**, NEXAFS evaluation for the lumen of DLC coated small diameter long-sized medical objective tube by using AC high-voltage burst plasma CVD method, 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials / 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2020/IC-PLANTS2020), 10P2-52, March 8-11, Nagoya University (Higashiyama Campus), Nagoya, Japan, (2020).

福江紘幸, **中谷達行**, 黒岩雅英, 岡野忠之, 國次真輔, 太田裕己, 米沢健, 大電力パルススパッタリング（HiPIMS）法を用いたインプラント用DLC成膜における放電プラズマが薄膜物性に与える影響, 日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，講演番号2nd.Session No.12，岡山ピュアリティまきび，2020年２月15日（土）

ムハンマド アミヌル ヘルミ，**中谷達行**，國次真輔，清水一郎，水素化テトラヘドラルアモルファスカーボンを被覆したSUS304の線接触摩擦摩耗特性，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，講演番号1st.Session No.12，岡山ピュアリティまきび，2020年２月15日（土）

北川陽菜，清水一郎，和田晃，**中谷達行**，趙薪茗，ステント断面形状が冠動脈拡張後の内径および応力分布に及ぼす影響の有限要素法解析, 日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，講演番号1st.Session No.8，岡山ピュアリティまきび，2020年２月15日（土）

大田原光希，**中谷達行**，ムハンマド アミヌル ヘルミ，和田晃，清水一郎，Si-DLC被覆による生体吸収性ステント用AZ31Mg合金の溶出速度制御, 日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォー

ラム，講演番号1st.Session No.9，岡山ピュアリティまきび，2020年２月15日（土）

田村昂，清水一郎，和田晃，**中谷達行**，北川陽菜，趙薪茗，有限要素法解析によるステント用マーカーのプレス接合法に関する検討，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，講演番号2nd.Session No.9，岡山ピュアリティまきび，2020年２月15日（土）

福江紘幸，岡野忠之，黒岩雅英，國次真輔，太田裕己，米澤健，**中谷達行**，バイポーラHiPIMS法を用いたDLC膜の光学特性，表面技術協会第141回講演大会，首都大学東京 南大沢キャンパス，講演番号P-20，p.27，2020年３月３日（火）～４日（水）

ムハンマド アミヌル ヘルミ，國次真輔，**中谷達行**，CVA法で成膜した極低摩擦現象を発現するta-C:H膜による トライボロジー特性；面接触による検討，表面技術協会第141回講演大会，講演番号P-64，p.83，首都大学東京 南大沢キャンパス，2020年３月３日（火）～４日（水）

今井裕一，**中谷達行**，大澤晋，藤井泰宏，逢坂大樹，和田里章悟，國次真輔，医療用小径長尺チューブ内壁への生体適合DLC成膜法の開発，表面技術協会第141回講演大会，首都大学東京 南大沢キャンパス，講演番号03B-23，p.137，2020年３月３日（火）～４日（水）

中谷達行，環境対応自動車に適用が進むDLCは患者QOL向上による医療の環境改善に貢献できるのか，第１回OUSフロンティアセミナー『サステナブル社会のためのフロンティア科学・技術～岡山から環境，防災，医療を考え発信する～』，講演要旨集pp.14-20，岡山理科大学，2020年３月13日

ムハンマド アミヌル ヘルミ，**中谷達行**，清水一郎，國次真輔，超低摩擦な医療用DLC膜の開発，第１回OUSフロンティアセミナー『サステナブル社会のためのフロンティア科学・技術～岡山から環境，防災，医療を考え発信する～』，講演要旨集p.25，岡山理科大学，2020年３月13日

福江紘幸，**中谷達行**，岡野忠之，黒岩雅英，國次真輔，太田裕己，米澤健，バイポーラHiPIMS法を用いた医療用DLC成膜技術の開発，第１回OUSフロンティアセミナー『サステナブル社会のためのフロンティア科学・技術～岡山から環境，防災，医療を考え発信する～』，講演要旨集pp.24，岡山理科大学，2020年３月13日

大田原光希，**中谷達行**，清水一郎，和田晃，生体吸収性ステントへのSi-DLCの応用，第１回OUSフロンティアセミナー『サステナブル社会のためのフロンティア科学・技術～岡山から環境，防災，医療を考え発信する～』，講演要旨集pp.23，岡山理科大学，2020年３月13日

佐藤岳彦，村松海里，中嶋智樹，藤村茂，**中谷達行**，小型密閉型大気圧プラズマ水中滅菌装置の開発，第30回環境工学総合シンポジウム2020，講演番号305，和歌山，2020年６月24日（水）～26日（金）

黒岩雅英，岡野忠之，**中谷達行**，福江紘幸，高機能成膜を実現させるアーク抑制型HiPIMS電源の開発「2019年度SP部会賞受賞記念講演」，SP部会第164回定例研究会，2020年９月７日　招待講演

Yuan Hao，Sung Hwa Hwang，古閑一憲，鎌滝晋礼，板垣奈穂，**中谷達行**，白谷正治，メタンプラズマ CVDを用いたホローカーボンナノ粒子のワンステップ作製，2020年第81回応用物理学会秋季学術講演会，講演番号9a-Z21-1，同志社大学，2020年９月８日（火）～11日（金）

福江紘幸，**中谷達行**，岡野忠之，黒岩雅英，國次真輔，太田裕己，米沢健，HF-HiPIMS法によるDLC膜の成膜速度，表面技術協会第142回講演大会，名古屋大学，講演番号A01-02，p.3，2020年９月10日（木）～11日（金）

藤井泰宏，**中谷達行**，逢坂大樹，剥離・塞栓症予防を目指した次世代型カテーテル成膜技術の開発，科学技術振興機構イノベーション・ジャパン2020大学見本市 Online，出店番号W-40，オンライン開催，2020年９月28日（月）～11月30日（月）

黒岩雅英，岡野忠之，**中谷達行**，福江紘幸，高機能成膜を実現させるアーク抑制型HiPIMS電源の開発 [産業賞受賞講演]，2020年日本表面真空学会学術講演会，オンライン開催，講演番号3Ba01，2020年11月19日（木）～21日（土）

逢坂大樹，合山尚志，村岡玄哉，**中谷達行**，今井裕一，桒田憲明，藤井泰宏，大澤晋，笠原真悟，Diamond-like carbon成膜技術を応用したePTFE人工血管の血液適合性評価～先天性心疾患術後の合併症軽減を目指して～，第56回日本小児循環器学会総会・学術集会，国立京都国際会館，講演番号OR25-1，2020（令和）年11月22日（日）～24日（火）

福江紘幸，**中谷達行**，米澤健，岡野忠之，黒岩雅英，太田裕己，米澤健，國次真輔，HiPIMSプラズマを用いたインプラント用DLC膜の開発，OUSフォーラム2020アブストラクト集，p.56，オンライン，2020年

11月24日（火）～30日（月）

今井裕一，**中谷達行**，逢坂大樹，藤井康宏，大澤晋，國次真輔，交流高電圧バーストプラズマを用いた医療用チューブ内腔の親水化技術の開発，OUSフォーラム2020アブストラクト集，p.10，オンライン，2020年11月24日（火）～30日（月）

米澤健，**中谷達行**，太田裕己，米澤健，白谷正治，古閑一憲，呉準席，圧力勾配式スパッタリング法の開発，OUSフォーラム2020アブストラクト集，p.11，オンライン，2020年11月24日（火）～30日（月）

福江紘幸，**中谷達行**，岡野忠之，黒岩雅英，國次真輔，太田裕己，米沢健，HiPIMS法の印加電圧パルス波形が成膜速度に及ぼす影響，表面技術協会第22回関西表面技術フォーラム，講演番号 20，WEB（Zoom）開催，2020年12月３日（木）～４日（金）

今井裕一，國次真輔，神田一浩，和田里章悟，逢坂大樹，藤井康宏，大澤晋，**中谷達行**，小径長尺チューブ内壁へのダイヤモンドライクカーボン成膜と酸素プラズマ処理による表面構造の生体模倣，表面技術協会第22回関西表面技術フォーラム，講演番号 19，WEB（Zoom）開催，2020年12月３日（木）～４日（金）

中谷達行，藤井泰宏，逢坂大樹，大澤晋，今井裕一，國次真輔，交流高電圧バーストプラズマを用いた医療用チューブ内腔の親水化技術の開発，第25回岡山リサーチパーク研究・展示発表会，岡山県・岡山県産業振興財団，シーズ集p.39，プレゼン動画配信，2020年12月24日

Tema, E., Santos, Y.L., Trindade, R.I.F., Hartmann, G., **Hatakeyama, T.**, Matsumoto, N., Mitsumoto, J., Gulmini, M., Nova, F.T., Absolute Intensity Field Variations in Japan During the First Millennium CE: New Data from Kofun and Late Yayoi Archaeological Artifacts, American Geophysical Union Fall Meeting, Dec. 13-17, 2021, New Orleans & Online, (2021).

Mochizuki, N., Fujii, S., Hasegawa, T., Yamamoto, Y., **Hatakeyama, T.**, Yamashita, D., Okada, M., Shibuya, H., A new approach to calibrating relative geomagnetic paleointensity stacks to absolute values, American Geophysical Union Fall Meeting, Dec. 13-17, 2021, New Orleans & Online, (2021).

川村紀子，**畠山唯達**，北原優，森伊吹，横田大峻，オーバーハウザー磁力計を用いた海岸での秘匿物の検出のための基礎的研究，日本法科学技術学会第27回学術集会，2021年11月11-12日，オンライン，(2021)

畠山唯達，八木千亜希，白石純，土器片に対する岩石磁気学―「考古岩石磁気学」の確立に向けて―，地球電磁気・地球惑星圏学会第150回講演会，2021年11月１-４日，オンライン，(2021)．

北原優，**畠山唯達**，山本裕二，復元窯試料を用いた考古地磁気強度実験の妥当性の検討：その２，地球電磁気・地球惑星圏学会第150回講演会，2021年11月１-４日，オンライン，(2021)．

小田啓邦，山本裕二，望月伸竜，川村紀子，野木義史，木戸ゆかり，高橋太，清水久芳，松島政貴，**畠山唯達**，齋藤武士，地磁気・古地磁気・岩石磁気分野の展望と技術開発・研究環境整備の必要性，地球電磁気・地球惑星圏学会第150回講演会，2021年11月１-４日，オンライン，(2021)．

北原優，山形眞理子，**畠山唯達**，ベトナム中部の考古遺物を用いた考古地磁気学に関する予察的研究，日本文化財科学会第38回大会，2021年９月18-19日，オンライン，(2021)．

畠山唯達，オーバーハウザー磁力計を用いた埋没物探査と土壌の帯磁率について，SGEPSS 地磁気・古地磁気・岩石磁気分科会夏の学校，2021年９月11-14日，オンライン，(2021)．

加藤千恵，大野正夫，桑原義博，**畠山唯達**，山田康洋，戸塚修平，島田和彦，石橋純一郎，長瀬敏郎，沖縄トラフ海底熱水鉱床のisocubaniteの岩石磁気特性，日本地球惑星科学連合2021年大会，2021年５月30日-６月６日，オンライン，(2021)．

畠山唯達，八木千亜希，白石純，発掘土器片を用いた岩石磁気学―「考古岩石磁気学」の確立に向けて―，海洋コア総合研究センター2020年度成果発表会，2021年３月１-２日，オンライン，(2021)．

北原優，**畠山唯達**，山本裕二，復元窯試料を用いた考古地磁気強度実験の妥当性の検討，海洋コア総合研究センター2020年度成果発表会，2021年３月１-２日，オンライン，(2021)．

Hatakeyama, T., Kitahara, Y., Mochizuki, N., Shitaoka, Y., Kanegae, K., Matsusaki, H., Nakamura, N., Magnetic survey for buried old kilns with paleomagnetic and rock magnetic interpretation, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, Jul. 12-16, 2020, Online, (2020).

Hatakeyama, T., Tema, E., Matsumoto, N., Archaeointensity data from Japan: current status and future perspectives, European Geoscience Union (EGU) General Assembly 2020, May 4-8, 2020, Online (2020).

畠山唯達，北原優，望月伸竜，下岡順直，鐘ヶ江賢二，松﨑大嗣，中村直子，磁気探査における古地磁気学・岩石磁気学的情報，地球電磁気・地球惑星圏学会第148回講演会，2020年11月１-４日，オンライン，（2020）.

北原 優，**畠山唯達**，山本 裕二（2020）復元窯における窯体と土器片の考古地磁気学，地球電磁気・地球惑星圏学会第148回講演会，2020年11月１-４日，オンライン，（2020）.

畠山唯達，考古地磁気学による考古学・文化財科学への貢献，JpGU-AGU Joint Meeting 2020，Jul. 12-16，2020，Online，（2020）.

畠山唯達，北原優，望月伸竜，考古学における磁気探査の有効性，JpGU-AGU Joint Meeting 2020，Jul. 12-16，2020，Online，（2020）.

畠山唯達，過去の地磁気と考古学・歴史学，第４回古典籍文理融合研究会，2021年２月４日，国立極地研究所・国立国語学研究所，（2020）.

Hyodo, H.: Diffusion model of excess argon observed around an intrusive. 2020JpGU meeting, 千葉幕張, Makuhari, Chiba, May, 2020. リモート学会で発表.

Sato, K., Hirose, T., Kumagai, H., Iwata, N., **Hyodo, H.**: Crustal noble gases anomaly associated with aftershock the Northeast Japan Great Earthquake at 2011 and fault movements, calculated with experimental fault data. 2020JpGU meeting, 千葉幕張, Makuhari, Chiba, May, 2020. リモート学会で発表.

Imayama, T., Kawabata, R., Bose, N., Yi, K., and Kouketsu, Y.: Tectonic discontinuity, partial melting and exhumation in the Garhwal Himalaya (Northwest India): Constrains from spatial and temporal pressure-temperature conditions along the Bhagirathi valley. 2021 AGU meeting, December, 2021, online.

佐藤成修，**今山武志**，Dutta Dripta，金田泰明，渡部将太，長谷川健，南雅代，若杉勇輝，若木重行：北西インドNidarオフィオライト層火成岩類の岩石学的研究．2021OUSフォーラム，2021年11月，オンライン.

佐藤成修，**今山武志**，Dutta Dripta，金田泰明，渡部将太，長谷川健，南雅代，若杉勇輝，若木重行：北西インドNidarオフィオライト層火成岩類の岩石学・地球化学的研究．2021日本鉱物学会，広島，2021年９月，オンライン.

Imayama, T., Kawabata, R., Kato, T., Oh, C. W., Horie, K., and Takehara, M.: Multi-stage metamorphic history of the Oki gneisses in Japan: Implications for Paleoproterozoic metamorphism and tectonic correlations in northeastern Asia. 2021日本鉱物学会（招待講演）, 広島, 2021年９月, オンライン.

渡部将太，長谷川健，小畑直也，豊田新，**今山武志**: 福島県南部，二岐山火山の噴火史とマグマ供給系. 2021日本地質学会，名古屋，2021年９月，オンライン.

今山 武志：南モンゴルペルム紀－三畳紀火山岩類と中央ネパール古原生代花崗岩類の起源とテクトニクス．2021日本地質学会（招待講演），名古屋，2021年９月，オンライン.

佐藤成修，**今山武志**，Dutta Dripta: Multiple igneous activities recorded in the Nidar ophiolite complex, eastern Ladakh. 2021 Japan Geoscience Union Meeting, 2021年５月, オンライン.

佐藤成修，**今山武志**，Dutta Dripta: 北西インドNidarオフィオライト層火成岩類の岩石学的研究. 第２回OUSフロンティアセミナー，2021年３月.

Imayama, T., Oh, C. –W., Jeon, J., and Yi, K. Neoproterozoic and middle Paleozoic geological events in the eastern Wolhyeonri complex of the southwestern Gyeonggi Massif, South Korea, and their tectonic correlations in northeastern Asia. 2021変成岩などシンポジウム, 2021年３月, オンライン.

今山武志：隠岐片麻岩の複数変成作用と起源. 日本地球化学会第67回年会，2020年11月，オンライン.

Imayama, T., Ueda, H., Usuki, T., Minami, M., Asahara, Y., and Nagahashi, T.: Variability of Protoliths and P-T Conditions of Amphibolites from the Ohmachi Seamount (Izu-Bonin-Mariana Arc). 2020 Goldschmidt Conference, June, 2020, online.

Imayama, T., Koh, Y., Aoki, K., Saneyoshi, M., Yagi, K., Aoki, S., Terada, T., Sawada, Y., Ikawa, C., Ishigaki, S., Toyoda, S., Tsogtbaatar, Kh, and Mainbayar, B.: Late Permian to Early Triassic back-arc type volcanism in the southern Mongolia volcano-plutonic belt of the Central Asian Orogenic Belt: Implication for timing of the final closure of the Palaeo-Asian Ocean. Frontier Symposium on Geohistory of East Asia and Okayama. Okayama, Feb. 2020.

牧 祥, 抗生剤耐性菌の交叉耐性発生率の解析と疫学調査, フロンティア理工学研究所2021年度コロキウム（異

分野連携による新しいバイオインフォマティクス：獣医療データの積極活用と情報サイエンスの開拓・応用），岡山理科大学，オンライン口頭発表，（2021，12，23）.

牧 祥，廣田憲之，萩原政幸，磁気浮上によるタンパク質結晶化技術，2021年度OUSフォーラムA-14，岡山理科大学，オンラインVOD発表，アブストラクト集p 14，（2021，11，22-12，5）.

牧 祥，榊原洋子，久永直見，VDT作業による健康影響と職場環境に関する５年間の縦断調査，2021年度OUSフォーラムE-16，岡山理科大学，オンラインVOD発表，アブストラクト集p 78，（2021，11，22-12，5）.

牧 祥，廣田憲之，萩原政幸，新しい磁気力ブースターの開発，第15回日本磁気科学会年会，鹿児島大学郡元キャンパス，オンライン口頭発表，（予稿集2 pages），（2021，11，15-17）.

牧 祥，“磁気浮上技術を利用したタンパク質結晶化技術と最近の研究”，岡山理科大学フロンティア理工学研究所2020年度シンポジウム「バイオインフォマティクスと関連技術の最前線」，予稿集（2 pages），（2021，2，5）.（講演主催者）

岩井良輔，細胞自己凝集化技術を用いた生体模倣組織構築―バイオインフォマティクスとの融合は可能か―，岡山理科大学フロンティア理工学研究所Webシンポジウム2020―バイオインフォマティクスと関連技術の最前線―，岡山理科大学（岡山），2021年２月５日.

橋本真悟，杉山晶彦，滝澤昇，**岩井良輔**，配向した血管内皮毛細管腔束を有するファイバー状組織体の作製，第２回OUSフロンティアセミナー，オンライン開催，20201年３月５日.

滕魯鵬，**岩井良輔**，中桐僚子，木股敬裕，細胞の自己凝集化技術を用いた網目状細胞凝集塊の作製，第２回OUSフロンティアセミナー，オンライン開催，20201年３月５日.

太田智之，**岩井良輔**，木股敬裕，細胞自己凝集化技術を用いたスキャホールドフリー立体板状組織体の作製，第20回日本再生医療学会総会，オンライン開催，2021年３月11日.

滕魯鵬，中桐僚子，木股敬裕，**岩井良輔**，細胞自己凝集化技術を用いたファイバー状細胞凝集塊の作製とex vivo組織培養評価，日本組織培養学会 第93回大会，広島大学（広島），2021年９月３日.

北口陽平，中桐僚子，木股敬裕，**岩井良輔**，脂肪生着率向上のための細胞凝集塊付加型-脂肪移植法の組織培養による基礎的評価，日本組織培養学会 第93回大会，広島大学（広島），2021年９月３日.

福島宗一郎，**岩井良輔**，小泉誠，長谷川実奈美，岡野ジェイムス洋尚，大木隆生，大動脈瘤に対する幹細胞Fiberを用いた血管内治療　瘤壁での組織修復/再生を目指す試み，第62回日本脈管学会総会，ロイトン札幌（札幌），2021年10月14日.

岩井良輔，細胞の自己凝集化技術の開発と生体模倣組織体の創出～再生医療，創薬試験への応用を目指して～，大分大学医学部セミナー講演，大分大学（由布），2021年10月19日.【招待講演】

樋渡勝平，岩崎駿，出口幸一，**岩井良輔**，中山泰，奥山宏臣，管様組織体の作製と気管再生の未来　独自の細胞自己凝集技術と生体内組織形成術の融合第37回日本小児外科学会秋季シンポジウム，ベルサール神田（東京），2021年10月30日.

岩井良輔，中谷達行，辻極秀次，伊豆弥生，XII型コラーゲンの抽出と骨再生材への応用検討，OUSフォーラム2020，オンライン開催，2021年11月22日.

岩井良輔，杉山晶彦，橋本真悟，培養毛細血管束を用いた血管毒性評価の可能性，OUSフォーラム2020，オンライン開催，2021年11月22日.

滕魯鵬，**岩井良輔**，小泉，福島宗一郎，岡野ジェイムス洋尚，動脈瘤塞栓用のファイバー状細胞凝集塊の作製と評価，OUSフォーラム2020，オンライン開催，2021年11月22日.

樋渡勝平，中山泰秀，**岩井良輔**，奥山宏臣，生体内組織形成術による気管再生の試み，第120回日本外科学会定期学術集会，パシフィコ横浜（横浜），2020年８月14日.

岩井良輔，生体材料・医用材料，2020年度次世代医療機器開発人材育成プログラム，オンライン開催，2020年９月５日.【教育講演】

岩井良輔，荷電高分子で細胞の接着力を制御し凝集化させる～接着細胞の自己凝集化誘導技術の開発と組織工学への応用展開～，生物工学シンポジウム2020，オンライン講演，2020年９月６日.【シンポジウム講演】

太田風輝，森脇健司，**岩井良輔**，One-step fabrication and evaluation of scaffold-free skeletal muscle-like fiber tissues by using a novel cell self-aggregation technology with specifically designed culture chamber，生体医工学シン

ポジウム2020，弘前大学（弘前），2020年９月18日.

草加直幸，**岩井良輔**，細胞自己凝集化技術を用いたスフェロイド作製行程における凍結保存の可能性検討，第57回日本人工臓器学会大会，高知県立県民文化ホール（高知），2020年11月13日.

橋本真悟，杉山晶彦，**岩井良輔**，細胞自己凝集化技術と培養チャンバー設計によるファイバー状組織体の作製と血管内皮毛細管の配向化検討，第57回日本人工臓器学会大会，高知県立県民文化ホール（高知），2020年11月13日.

滕魯鵬，中桐僚子，木股敬裕，**岩井良輔**，細胞自己凝集化技術を用いた網目状細胞凝集体“CELL MESH”の作製，第57回日本人工臓器学会大会，高知県立県民文化ホール（高知），2020年11月13日.

橋本真悟，滝澤昇，杉山晶彦，**岩井良輔**，細胞の自己凝集化技術を用いた血管内皮毛細管腔束を有するファイバー状組織体の作製，OUSフォーラム2020，オンライン開催，2020年11月24日.

滕魯鵬，**岩井良輔**，細胞の自己凝集化技術を用いたメッシュ状細胞組織体の作製，OUSフォーラム2020，オンライン開催，2020年11月24日.

東田隆治，中山泰秀，白石泰之，井上雄介，山田昭博，山家智之，**岩井良輔**，生体内組織形成術による小口径人工血管の開発とその先，第57回日本人工臓器学会大会，高知県立県民文化ホール（高知），2020年11月14日.

客員研究員

辻森　樹・原田浩伸・**板谷徹丸**・バストルガラン　ダニエル・アルバレスバレロ　アントニオ：四国中央部三波川帯の南北横断線に沿ったフェンジャイト酸素・水素同位体比バリエーション．日本地質学会第128年学術大会，名古屋大学，2021年９月.

清水大輝，寺野元規，**金枝敏明**，骨用ドリルの穿孔性能に及ぼすDLCコーテイングの影響，日本機械学会中国四国学生会第51回学生員卒業研究発表講演会，01b4（講演番号，オンライン開催で冊子はなし），岡山理科大学（岡山市），2021年３月４日，

金枝敏明，各種金属切削における塗布効果―延性金属ならびに靭性の高い金属の場合―，2021年度精密工学会中国四国支部・九州支部共催「岡山地方講演会」講演論文集，pp31-32，岡山理科大学（岡山市），2021年11月27日

吉田　光，清水大輝，寺野元規，**金枝敏明**，骨用ドリルの穿孔性能に及ぼす刃先形状ならびにDLCコーティングの影響，2021年度精密工学会中国四国支部・九州支部共催「岡山地方講演会」講演論文集，pp101-102，岡山理科大学（岡山市），2021年11月27日

吉田　光，清水大輝，寺野元規，**金枝敏明**，骨穿孔用ドリルの摩耗量に及ぼす刃先形状およびDLCコーティングの影響，第24回OUSフォーラム2021アブストラクト，p47，岡山理科大学（岡山市），2021年11月

北岡豪一：地中温度に記録保存されている過去の気温変動，第１回OUSフロンティアセミナー，2020年３月13日.

Wataru Kobayashi, Tetsuya Akagi and **Shujiro Dohta**, Experimental Study on Dual-Layer Type Vortex Cup Driven by Aqua Drive System, The 11th JFPS International Symposium on Fluid Power 2020, Oct.12-13, 2021 Online, OS4-2-3.pdf, pp.1-7 (2021).

Kenta Hase, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara, Wataru Kobayashi and So Shimooka, Development of Six-Legged Mobile Robot Using Tetrahedral Shaped Pneumatic Soft Actuators, The 11th JFPS International Symposium on Fluid Power 2020, Oct.12-13, 2021 Online, OS5-2-02.pdf, pp.1-7, (2021).

Takashi Shinohara, Hikaru Furuya, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara, Takumi Kobayashi and So Shimooka, Development of Six-Legged Mobile Robot Using Tetrahedral Shaped Pneumatic Soft Actuators, The 11th JFPS International Symposium on Fluid Power 2020, Oct.12-13, 2021 Online, OS5-2-04.pdf, pp.1-11 (2021).

Takumi Kobayashi, Hideyuki Obayashi, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara and So Shimooka, Analysis and Design of Servo Valve Using Buckled Tubes for Desired Operation of Flexible Robot Arm, The 11th JFPS International Symposium on Fluid Power 2020, Oct.12-13, 2021 Online, OS5-1-01.pdf, pp.1-11 (2021).

Kota Oe, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara, Wataru Kobayashi and So Shimooka, Development of Pneumatic Variable Linear Stepping Actuator and Soft Stepping Actuator with Bending Motion for Rehabilitation Device of Hip Joint, The 11th JFPS International Symposium on Fluid Power 2020, Oct.12-13, 2021 Online, OS5-1-

02.pdf, pp.1-9 (2021).

Kenshiro Takeuchi, Takumi Kobayashi, Tetsuya Akagi, **Shujiro Doht**a, Takashi Shinohara, Wataru Kobayashi and So Shimooka, Development of Extension Type Flexible Pneumatic Actuator with Displacement Sensor Using Ring-shaped Magnet and Hall Sensor for Tetrahedral-type Soft Mechanism, The 11th JFPS International Symposium on Fluid Power 2020, Oct.12-13, 2021 Online, OS5-1-03.pdf, pp.1-8 (2021).

長谷建汰，赤木徹也，**堂田周治郎**，小林亘，篠原隆，四面体型柔軟アクチュエータを用いた移動ロボットの試作，2021年春季フルードパワーシステム講演会論文集，pp.7-9，オンライン，2021年６月24～25日

Takumi Kobayashi, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Hideyuki Obayashi and Mohd Aliff, Development of Small-sized Control Valve using RC-servo Motor and Diaphragm for Pneumatic Drive Soft Mechanism, 2020 the 5th International Conference on Control and Rpbotics Engineering（ICCRE2020）, (Online), April 24th-26th, 2020, Osaka, Japan, (2020)

Takumi Yasunaga, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Wataru Kobayashi, So Shimooka, Yusuke Hane and Mohd Aliff, Proposal of Extension Type Pneumatic Artificial Muscle with Built-in Valve and Sensor, 2020 the 5th International Conference on Control and Rpbotics Engineering（ICCRE2020）, (Online), April 24th-26th, 2020, Osaka, Japan, (2020)

Kenshiro Takeuchi,Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, So Shimooka, Yusuke Hane and Mohd Aliff, Proposal of Tetrahedral type Soft Actuator Using Extension Flexible Pneumatic Actuators, 2020 the 5th International Conference on Control and Rpbotics Engineering（ICCRE2020）, (Online), April 24th-26th, 2020, Osaka, Japan, (2020)

Kota Oe, Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Takashi Shinohara, Ryota Inoue and Mohd Aliff, Proposal of rehabilitation device for hip joint using flexible pneumatic linear stepping actuators, 2020 the 5th International Conference on Control and Rpbotics Engineering（ICCRE2020）, (Online), April 24th-26th, 2020, Osaka, Japan, (2020)

Misaki Inokuma,Wei-Hang Tian , Tetsuya Akagi, **Shujiro Dohta**, Cian-Cheng Jhan and Mohd Aliff, Development of Tetrahedral-shaped Soft Robot Arm for Wrist Rehabilitation Device, 2020 the 5th International Conference on Control and Rpbotics Engineering（ICCRE2020）, (Online), April 24th-26th, 2020, Osaka, Japan, (2020)

堂田周治郎，流体制御技術とともに48年，2020年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集，特別講演，４頁，岡山理科大学（岡山市），2020年12月８～９日

大江昴汰，赤木徹也，**堂田周治郎**，小林 亘，篠原 隆，逆駆動性を有する空気圧駆動股関節リハビリテーション機器の試作，2020年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集，pp.78-80，岡山理科大学（岡山市），2020年12月８～９日

武内健史郎，羽根佑典，赤木徹也，**堂田周治郎**，小林 亘，篠原 隆，伸長型柔軟空気圧アクチュエータを用いた正四面体型アクチュエータの試作，2020年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集，pp.81-83，岡山理科大学（岡山市），2020年12月８～９日

小林卓巳，赤木徹也，**堂田周治郎**，篠原 隆，下岡 綜，ゲート機構を用いた小型サーボ弁の改良，2020年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集，pp.90-92，岡山理科大学（岡山市），2020年12月８～９日

兼務研究員

櫛笥悠人，**伊豆弥生**，齋藤文代，水野理介，XII型コラーゲンは脂質代謝を制御することで筋肉を維持する，日本結合組織学会，東京オンラインハイブリッド，2020年５月

藤原渓，米田大珠，杉殿晶，梶修平，齋藤文代，**伊豆弥生**，腱・靭帯の骨化における12型コラーゲン機能の解明，日本骨代謝学会，オンライン，2020年10月

米田大珠，藤原渓，梶川修平，**伊豆弥生**，12型コラーゲンは腱の再生，修復に必須である，日本骨代謝学会，オンライン，2020年10月

光永翔，梶川修平，池戸葵，今井祐記，**伊豆弥生**，骨芽細胞における12型コラーゲンのメカノセンサーとしての機能解明，日本骨代謝学会，オンライン，2020年10月

櫛笥悠人，山城遼翔，齋藤文代，水野理介，**伊豆弥生**，XII型コラーゲンは脂質代謝を制御する，OUSフォーラム，オンライン，2020年11月

山城遼翔，櫛笥悠人，齋藤文代，水野理介，**伊豆弥生**，高脂肪食は難治性ミオパチー型エーラス・ダンロス症候群の筋病態を改善する，OUSフォーラム，オンライン，2020年11月

藤原渓，米田大珠，梶川修平，岩井良輔，**伊豆弥生**，コラーゲンⅫは腱断裂後の機能回復に必要である，OUSフォーラム，オンライン，2020年11月

Yayoi Izu, The regulatory roles of collagen XII in establishing tendon structure and function, Japan Bone Academy 2021, online, 2020, December

福里晋，長尾雅史，杉殿晶，**伊豆弥生**，膝前十字靭帯損傷における新たなリスク要因としてのVI型，XIIコラーゲンの機能解明，第38回日本骨代謝学会，2020神戸国際会議場，神戸，（オンラインに変更）10月

佐藤大幹，**岩永哲夫**，スペーサーを介してトリフェニルアミン骨格を連結した2，3-置換アントラキノン誘導体の合成と分光学的性質，第14回有機π電子系シンポジウム P09，オンライン，2021年１月

田中啓介，**岩永哲夫**，アントラセンビスイミドを組み込んだドナー／アクセプター型分子ワイヤーの合成と分光学的性質，第14回有機π電子系シンポジウム P54，オンライン，2021年１月

岩永哲夫，沖朋弘，守岡義弘，今泉健太，酸化的環化反応の制御に基づくパイ拡張型カルバゾール誘導体の合成，第31回基礎有機化学討論会3B09，オンライン（筑波大学），2021年９月.

清水厚希，**岩永哲夫**，酸化的環化反応を用いた含窒素パイ拡張型アントラセン誘導体の合成と構造，第31回基礎有機化学討論会，オンライン，2021年９月.

北農陽之，**岩永哲夫**，ベンジル基を有するヘキサアザ（4,4′）ビフェニロファン誘導体の合成と物性，2021年日本化学会中国四国支部大会，2P-16，オンライン（高知工科大），2021年11月.

立山博得，**岩永哲夫**，9,10-置換アントラセンビスイミドを組み込んだ含窒素大環状分子の合成と分光学的性質，2021年日本化学会中国四国支部大会，1P-30，オンライン（高知工科大），2021年11月.

國政健，**岩永哲夫**，2,3-置換アントラキノンを基盤としたドナー／アクセプター型分子の合成と酸化的環化反応の検討，2021年日本化学会中国四国支部大会，1P-33，オンライン（高知工科大），2021年11月.

清水厚希，**岩永哲夫**，含窒素アントラセン二量体を用いた酸化的環化反応機構の検討，第48回有機典型元素化学討論会OB-81，オンライン（岐阜大学），2021年12月.

岩永哲夫，アントラセン電子チューニング法に立脚した新奇なパイ共役系化合物の創製，2020年度有機合成化学協会中国四国支部奨励賞受賞講演会，オンライン，2020 年11月

田中啓介，**岩永哲夫**，アントラセンビスイミドとアントラセンを交互に連結したドナー／アクセプター／ドナー型分子の合成と分光学的性質，日本化学会第100春季年会（2020），日本化学会第100春季年会（2020）講演予稿集，2020年３月

Masumi Eto, Toshiyasu Matsui, Kosuke Takeya, Kai Akagi, Shuichi Katsuki, Naoya Hatano, Hiroshi Tokumitsu, Toshio Kitzawa, Rubratoxin A-sensitive pathways responsible for temporal regulation for balancing kinase/phosphatase activities, The 14th International Conference on Protein Phosphatase, Symposium, Online, December 10-12, 2020

勝木秀一，大橋南海，竹谷浩介，田中良法，北澤俊雄，**江藤真澄**，平滑筋Ca2+-sensitization forceの調節機構—CPI-17 N・C末端領域の生理的役割，第62回日本平滑筋学会総会，ポスター発表，オンライン，2020年12月19～20日

奥田靖浩，益田和法，赤木伸行，**折田明浩**，塩基および合成プロセスの制御によるホスホリルイナミンの位置選択的[4+2]芳香環形成，日本化学会第101春季年会（2021），オンライン開催，2021年３月19～22日

渡部光，中嶋和輝，枝川領太，**奥田靖浩**，**折田明浩**，ピレン光触媒による還元的脱スルホニル化を経由した環境調和型Juliaオレフィン反応の開発，日本化学会第101春季年会（2021），オンライン開催，2021年３月19～22日

奥田靖浩，益田和法，赤木伸行，**折田明浩**，ブロモホスホリルエチンの位置選択的環化付加による4-および5-ブロモトリアゾールの合成，2020日本化学会中国四国支部大会，オンライン開催，2020年11月28～29日

渡部光，中嶋和輝，**奥田靖浩**，**折田明浩**，緑色LED照射下ピレン光触媒を用いた重金属フリーの還元的脱スルホニル化反応，2020日本化学会中国四国支部大会，オンライン開催，2020年11月28～29日

折田明浩，渡部光，足立一将，赤木宥太，**奥田靖浩**，若松寛，ペリレン光レドックス触媒を用いたエテニルスルホンの脱スルホニル化反応，日本化学会第100春季年会2020，2020年３月（紙上・Web上）

A. Orita, H. Watanabe, K. Nakajima, R. Edagawa, **Y. Okuda**, K. Wakamatsu, Perylene photoredox catalyst-promoted desulfonylation of ethenyl sulfones. 日本化学会第100春季年会2020, 2020年３月（紙上・Web上）

Y. Okuda, Y. Tsuchida, K. Imafuku, S. Nishigami, N. Ishihara, **A. Orita**, Regiodivergent Click Reaction of Bromo(phosphoryl)ethyne with Azides: Synthesis and Transformation of Bromotriazoles. 日本化学会第100春季年会2020, 2020年３月（紙上・Web上）

Y. Okuda, T. Sabato, K. Adachi, **A. Orita**, Synthesis of Diamino-dibenz[a,h]anthracenes via Tandem Transformation of Phosphoryl Ynamines. 日本化学会第100春季年会2020, 2020年３月（紙上・Web上）

神吉けい太，趙春晧，肝癌細胞の悪性化に関わるHDACバリアントの発現と機能解析，OUSフォーラム2021アブストラクト集，p.55，2021年11月22日～12月５日，オンライン開催

神吉けい太，脱分化型肝癌細胞におけるHDAC9選択的発現と足場非依存的細胞成長への寄与，第80回日本癌学会学術総会，2021年９月30日～10月２日，横浜

神吉けい太，内藤恭子，立体組織における細胞生存率向上に向けた解糖系抑制処理による筋芽細胞の細胞死抑制，第20回日本再生医療学会総会，オンライン開催，2021年３月11日～13日

神吉けい太，グエンタイレー，葉酸欠乏が大腸癌の増殖と悪性化に及ぼす影響，OUSフォーラム2020アブストラクト集，p.61，2020年11月24日～30日，オンライン開催

神吉けい太，趙春晧，肝癌細胞の悪性化に関わるHDACアイソフォームの同定，OUSフォーラム2020アブストラクト集，p.62，2020年11月24日～30日，オンライン開催

神吉けい太，内藤恭子，レスベラトロールによる解糖系抑制効果と立体組織構築における細胞生存率向上への応用，OUSフォーラム2020アブストラクト集，p.63，2020年11月24日～30日，オンライン開催

内藤恭子，**神吉けい太**，立体組織構築に向けた細胞内エネルギー代謝改変による細胞生存率の向上，日本生物工学会西日本支部大会2020　第５回講演会，講演要旨集p.35，岡山理科大学，2020年11月14日

内藤恭子，**神吉けい太**，立体組織構築に向けた低栄養環境における細胞生存向上技術，第１回OUSフロンティアセミナー，講演要旨集p34，岡山理科大学：2020年３月13日

内藤恭子，**神吉けい太**，ポリフェノールを用いた低栄養，低酸素状態のラット筋芽細胞生存率の向上，第19回日本再生医療学会総会，オンライン開催，2020年５月18日～29日

Shimizu and Y. Takemoto, Change in Uniaxial and Biaxial Compressive Behavior with Alloy Composition of Metastable β-Type Titanium 10-18 mass% Molybdenum Alloy, The 16th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, pp. 39-40, November 4th - 6th, 2021, Hanoi (online), Vietnam, (2021).

竹中恵一，**清水一郎**，松村浩太郎，中島　剛，江木俊雄，砂分割合および成形法が屋根用瓦の力学的性質に及ぼす影響，日本機械学会中国四国学生会第51回学生員卒業研究発表講演会（オンライン），講演番号02a3，2 pages in CD-ROM，岡山理科大学，2021年３月４日.

木村洸太，中谷達行，**清水一郎**，和田　晃，RF-プラズマCVD法で成膜したSi添加DLC被覆AZ31マグネシウム合金のCH4/Si（CH3）４混合プロセスガス流量比が耐食性に与える影響，日本機械学会中国四国学生会第51回学生員卒業研究発表講演会（オンライン），講演番号05c1，2 pages in CD-ROM，岡山理科大学，2021年３月４日.

清水一郎，竹元嘉利，二元系Ti-Mo合金における塑性変形特性の変形双晶依存性に関する検討，日本機械学会中国四国支部第59期総会，講演会（オンライン），講演番号02a1，2 pages in CD-ROM，岡山理科大学，2021年３月５日.

田村　昂，**清水一郎**，和田　晃，マグネシウム合金製ステントにおける放射線不透過性マーカーのプレス接合法に関する検討，日本機械学会中国四国支部第59期総会，講演会（オンライン），講演番号02c5，2 pages in CD-ROM，岡山理科大学，2021年３月５日.

趙　薪茗，**清水一郎**，後　公大，チューブエンドフレア試験と有限要素法解析によるAZ31マグネシウム合金薄肉円管の力学的性質推定，日本機械学会中国四国支部第59期総会，講演会（オンライン），講演番号02d5，2 pages in CD-ROM，岡山理科大学，2021年３月５日.

清水一郎，植田隼平，単軸および二軸圧縮に伴うゴムの力学的特性評価：変位制御二軸圧縮試験機の製作と各種ゴム材料への適用，日本実験力学会2021年度年次講演会（オンライン），講演番号C107，pp. 63-64，弘前大学，2021年８月25日.

田村　昂，**清水一郎**，和田　晃，生体吸収性ステント用放射線不透過性マーカーのプレス接合，OUSフォーラム（オンライン），講演番号C8，2021年11月22日～12月５日.

清水一郎，バルーン拡張型冠動脈ステントに求められるデザインとは（招待講演），形状記憶合金協会第４回ASMA WEBセミナー（オンライン），2021年11月25日.

清水一郎，金属製冠動脈ステントの力学特性評価（特別講演），日本材料学会九州支部第８回学術講演会，熊本大学（熊本），2021年11月27日

村上聡基，清水一郎，田村　昂，小川啓介，和田 晃，チューブエンドフレア試験によるAZ31マグネシウム合金薄肉円管の力学特性評価，第22回日本塑性加工学会中国四国支部学生研究発表会（オンライン），No，3，広島大学（東広島市），2021年12月８日．

清水一郎，竹元嘉利，二元系Ti-Mo合金におけるMo添加量が各種変形様式の弾塑性挙動に及ぼす影響，日本非破壊検査協会　第51回応力・ひずみ測定と強度評価シンポジウム講演論文集，pp. 67-68，機械振興会館（東京都），2020年１月11日

北川陽菜，清水一郎，和田 晃，中谷達行，趙 薪茗，ステント断面形状が冠動脈拡張後の内径および応力分布に及ぼす影響の有限要素法解析，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，1st poster session No. 8，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

大田原光希，中谷達行，ムハンマド アミヌル ヘルミ，和田 晃，清水一郎，Si-DLC被覆による生体吸収性ステント用AZ31Mg合金の溶出速度制御，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，1st poster session No. 9，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

岡﨑 凌，清水一郎，江木俊雄，松村浩太郎，粘土瓦における裏面釉薬層幅と砂分調整が三点曲げ破壊荷重と踏割れ荷重に及ぼす影響，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，1st poster session No. 10，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

ムハンマド アミヌル ヘルミ，中谷達行，國次真輔，清水一郎，水素化テトラヘドラルアモルファスカーボンを被覆したSUS304の線接触摩擦摩耗特性，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，1st poster session No. 12，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

関谷幸太，清水一郎，金属板材のピアシングにおける加工条件が微細穴形状に及ぼす影響，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，2nd poster session No. 8，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

田村 昂，清水一郎，和田 晃，中谷達行，北川陽菜，趙 薪茗，有限要素法解析によるステント用マーカーのプレス接合法に関する検討，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，2nd poster session No. 9，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

ヌル アイナ アドリナ，清水一郎，二軸圧縮試験によるゴム材料の変形特性の解明，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，2nd poster session No. 10，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

宮崎翔太郎，竹元嘉利，清水一郎，Ti-30Nb合金の焼戻しに伴う変態挙動，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，2nd poster session No. 17，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

工藤彩音，竹元嘉利，大宮祐也，清水一郎，Ti-10Mo-7Al合金の引張特性に及ぼす熱処理の影響，日本金属学会・日本鉄鋼協会中国四国支部第47回若手フォーラム，2nd poster session No. 18，ピュアリティまきび（岡山），2020年２月15日

大田原光希，清水一郎，ムハンマドアミヌルヘルミ，和田　晃，中谷達行，RF-プラズマCVD法で成膜したSi添加DLC被覆AZ31マグネシウム合金の膜厚が腐食挙動に与える影響，日本機械学会中国四国学生会第50回学生員卒業研究発表講演会，講演番号01c3，2 pages in CD-ROM，広島大学（広島），2020年３月５日

関谷幸太，清水一郎，ピアシングによる金属板への小径平行穴加工に関する基礎的検討，日本機械学会中国四国学生会第50回学生員卒業研究発表講演会，講演番号02d4，2 pages in CD-ROM，広島大学（広島），2020年３月５日

岡﨑　凌，清水一郎，江木俊雄，松村浩太郎，粘土瓦試験片における裏面釉薬層幅と砂分調整が三点曲げ破壊荷重に及ぼす影響，日本機械学会中国四国支部第58期総会，講演会，講演番号02a1，2 pages in CD-ROM，広島大学，2020年３月６日

趙　薪茗，清水一郎，チューブエンドフレア試験によるAZ31マグネシウム合金薄肉円管の円周方向力学的性質評価に関する検討，日本機械学会中国四国支部第58期総会，講演会，講演番号02c3，2 pages in CD-ROM，広島大学，2020年３月６日

アイナ　アドリナ，清水一郎，大西裕樹，三宅章義，島村政志，多軸圧縮下におけるゴム材料の変形特性評価と構成式による表現，日本機械学会中国四国支部第58期総会，講演会，講演番号03b1，2 pages in

CD-ROM，広島大学，2020年３月６日

迫田望夢，關　正憲，**清水一郎**，デフ機構を用いた減速装置の減速比と出力性能の関係，日本機械学会中国四国支部第58期総会，講演会，講演番号04a5，2 pages in CD-ROM，広島大学，2020年３月６日

後　公大，**清水一郎**，趙　薪茗，（株）日本医療機器技研，絞りしごき加工を用いた金属製長尺薄肉円管の成形，OUSフォーラム（オンライン），講演番号C9，2020年11月24日～30日

趙　薪茗，**清水一郎**，後　公大，チューブエンドフレア試験を用いた円管素材の力学的性質評価手法の開発，OUSフォーラム（オンライン），講演番号C10，2020年11月24日～30日

植田隼平，**清水一郎**，天然ゴムと合成ゴムの二軸圧縮挙動，第21回日本塑性加工学会中国四国支部学生研究発表会（オンライン），No, 5，鳥取大学（鳥取市），2020年12月13日

Ryan, M. J. and **Chiba, K.**: Reassessment of *Coronosaurus brinkmani* from the Oldman Formation (Campanian) of southern Alberta. Canadian Society of Vertebrate Paleontology 8th Annual Meeting, Victoria, British Columbia, Canada, June 6–8, 2020 (CANCELLED).

Chiba, K., Ryan, M. J., Saneyoshi, M., Konishi, S., Yamamoto, Y. Mainbayar, B., Tsogtbaatar K.: Taxonomic re-evaluation of *Protoceratops* (Dinosauria: Ceratopsia) specimens from Udyn Sayr, Mongolia, The Society of Vertebrate Paleontology 80th Annual Meeting Virtual 2020, October 12-16, 2020.

Drysdale, E. T., **Chiba, K.**, Therrien, F., Erickson, G. M., Zelenitsky, D. K.: Histological analysis of P*rosaurolophus maximus* (Hadrosauridae, Saurolophinae) from southern Alberta, Canada reveals evidence for an extended juvenile growth period, and the evolution of gigantism within a late Campanian (Late Cretaceous) hadrosaurid lineage, The Society of Vertebrate Paleontology 80th Annual Meeting Virtual 2020, October 12-16, 2020.

Kobayashi, Y., **Chiba, K.**, Chinzorig, T., Ganzorig, B., Tsogtbaatar, K.: A large non-ceratopsid neoceratopsian from the Upper Cretaceous Bayanshiree Formation in Mongolia, The Society of Vertebrate Paleontology 80th Annual Meeting Virtual 2020, October 12-16, 2020.

猶原 順，浦上逸男，靴底面UV-LED照射除菌装置の開発，岡山リサーチパーク研究・展示発表会，岡山，2021年12月

仲西　歩，**猶原　順**，野田龍之介，山本淳史，浦上逸男，靴底面UV-LED照射除菌装置の開発，OUSフォーラム2021，岡山，2021年11月

猶原 順，浦上逸男，UV-LEDによる枯草菌芽胞体の波長感受性に関する検討，岡山リサーチパーク研究・展示発表会，岡山，2021年１月

劉 昊，**猶原 順**，浦上逸男，UV-LEDによる枯草菌芽胞体の波長感受性に関する検討，OUS フォーラム2020，岡山，2020年11月

矢城陽一朗，中川聡矢，木村崇知，亀澤　誠，フラグメント分子軌道計算によるHIV-プロテアーゼの活性相関に重要なアミノ酸残基の特定, 第65回 香料･テルペンおよび精油化学に関する討論会（TEAC2021），山陽小野田市立山口東京理科大学（山陽小野田），2021年10月30-11月１日.

矢城陽一朗，木村崇知，田中成典，HIV-1プロテアーゼ－阻害剤複合体のプロトン化状態の予測に向けたFMO計算，量子生命科学会第２回大会，オンライン開催，2020年12月23-24日

矢城陽一朗，木村崇知，亀澤　誠，HIV-1プロテアーゼの活性部位アミノ酸残基のプロトン化状態，第64回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会（TEAC2020），静岡大学（浜松）（誌上開催），2020年10月24-26日

特許

フロンティア理工学研究所所員

[登録]

特許第6868236号：微細気泡の含有判定方法及び微細気泡の含有判定装置佐藤岳彦，中嶋智樹，長澤洋平，五十嵐敬，鈴木勝之，**中谷達行**，2021年４月14日

特許第6776145号：炭素材料の評価方法，2020年10月９日，鷹林将，**中谷達行**，岡本圭司

中国特許番号ZL0085054.5（公告番号CN108367092B）：滅菌装置及び滅菌方法，2020年８月11日，佐藤岳彦，中嶋智樹，岡崎和貴，神山秀人，押谷仁，岡本道子，五十嵐敬，長沢敏勝，鈴木勝之，中村人也，

藤村茂，**中谷達行**
特許第6675538号：殺菌装置，及び，殺菌方法，2020年３月13日，佐藤岳彦，中嶋智樹，岡崎和貴，神山秀人，押谷仁，岡本道子，五十嵐敬，長沢敏勝，鈴木勝之，中村人也，藤村茂，**中谷達行**
特許第6704197号：細胞構造体の製造方法，2020年５月14日，中山泰秀，**岩井良輔**，根本泰
特許第6755010号：細胞培養器の製造方法，2020年８月27日，中山泰秀，**岩井良輔**，根本泰
特許第6796332号：細胞培養器，細胞構造体の製造方法，2020年11月18日，中山泰秀，**岩井良輔**，根本泰
特許第6800436号：細胞構造体の製造方法，細胞構造体，細胞培養器，2020年11月27日，中山泰秀，**岩井良輔**，根本泰

[出願]
U.S. Patent Application No. 17/273,970: Artificial Blood Vessel, Yasuhiro FUJII, Susumu OZAWA, **Tatsuyuki NAKATANI**, Yuichi IMAI, March 5, 2021
特願2020-122972：尿路留置カテーテル，2020年７月17日，和田里章悟，逢坂大樹，荒木元朗，和田耕一郎，大澤晋，藤井泰宏，**中谷達行**，國次真輔，今井裕一
特願2020-99976：生体吸収性医療器具の表面処理方法，2020年６月９日，**中谷達行**，金貞玉，佐々木誠
特願2020-036032：内面被覆チューブ，2020年３月３日，今井裕一，**中谷達行**，國次真輔，大澤晋，逢坂大樹，藤井泰宏
台湾108131989：人工血管，2020年２月７日，藤井泰宏，大澤晋，**中谷達行**，今井裕一
特願2021-147094：磁気力ブースター，強磁気力場発生装置，結晶及びその製造方法，2021年９月６日，**牧祥**，廣田憲之，萩原政幸
台湾110124496：軟骨組織体の製造方法，2021年12月23日，宝田剛志，**岩井良輔**，鈴木康平，深澤菜月
PCT/JP2021/006243: METHOD FOR PRODUCING CELL AGGREGATE, 2021年２月19日, Kohei SUZUKI, Yoshiomi HIROI, **Ryosuke IWAI**
特願2021-145753：状型軟骨組織体の調製方法，2021年９月７日，寶田剛志，木股敬裕，太田智之，**岩井良輔**
特願2020-028119：細胞凝集塊の製造方法，2020年３月13日，広井佳臣，鈴木康平，**岩井良輔**
特願2020-103747：体性幹細胞集積組織構造体及びその製造器具，2020年６月６日，中山泰秀，佐藤康史，**岩井良輔**，福島雅典，竹中洋
特願2020-115594：軟骨組織体の製造方法，2020年７月３日，宝田剛志，**岩井良輔**，鈴木康平，深澤菜月

兼務研究員
[登録]
特許第6923153号：平板瓦建材，2021年８月２日，江木俊雄，中島剛，福田健一，小松原聡，**清水一郎**
特許第6815606号：マーカーを備えた生体吸収性ステント及びその製造方法，2020年12月25日，**清水一郎**，和田晃，佐々木誠
特許第6709489号：粘土焼成建材，2020年５月27日，江木俊雄，中島剛，小松原聡，福田健一，**清水一郎**

受賞

フロンティア理工学研究所所員
【2019年度SP部会賞】東京電子，**中谷達行**，福江紘幸，HiPIMS用プラズマ電源の開発，公益社団法人 日本表面真空学会 スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会，2020年９月７日.
【第11回岩木トライボコーティングネットワークアワード（奨励賞）】黒岩雅英，岡野忠之，**中谷達行**，福江紘幸，高機能成膜を実現させるアーク抑制型HiPIMS 電源の開発，一般社団法人未来生産システム学協会（ＮＰＳ），2019年２月22日.
【OUSフォーラム2021奨励賞】**牧祥**，磁気浮上によるタンパク質結晶化技術，2021年12月21日.
【第62回日本脈管学会総会 優秀演題賞】福島宗一郎，**岩井良輔**，小泉誠，長谷川実奈美，岡野ジェイムス洋尚，大木隆生，大動脈瘤に対する幹細胞Fiberを用いた血管内治療　瘤壁での組織修復/再生を目指す試み，2021年10月14日.

【日本組織培養学会 第93回大会 Guraduate Student Session Award】滕魯鵬，中桐僚子，木股敬裕，**岩井良輔**，細胞自己凝集化技術を用いたファイバー状細胞凝集塊の作製とex vivo組織培養評価，2021年９月３日.

【日本組織培養学会 第93回大会 Guraduate Student Session Award】北口陽平，中桐僚子，木股敬裕，**岩井良輔**，脂肪生着率向上のための細胞凝集塊付加型-脂肪移植法の組織培養による基礎的評価，2021年９月３日.

【日本生体医工学会 ポスターアワード（生体医工学シンポジウム2020)】太田風輝，森脇健司，**岩井良輔**，One-step fabrication and evaluation of scaffold-free skeletal muscle-like fiber tissues by using a novel cell self-aggregation technology with specifically designed culture chamber」，2020年９月18日.

客員研究員

【陸水物理学会　功績賞】**北岡豪一**，2021年11月20日.

兼務研究員

【令和２年度有機合成化学協会中国四国支部　第43回支部奨励賞】**岩永哲夫**，アントラセン電子チューニング法に立脚した新奇なパイ共役系化合物の創製，有機合成化学協会中国四国支部，2020年11月.

【第62回日本平滑筋学会総会 優秀ポスター賞】勝木秀一，大橋南海，竹谷浩介，田中良法，北澤俊雄，**江藤真澄**，平滑筋Ca2+-sensitization forceの調節機構—CPI-17 N・C末端領域の生理的役割，2020年12月20日.

社会貢献活動

客員研究員

金枝敏明：2021年度精密工学会中国四国支部・九州支部共催「岡山地方講演会」実行委員長.

北岡豪一：2021年度鳥取県地下水研究プロジェクト委員.

北岡豪一：鳥取県環境審議会　全体会に出席，バードステイホテル（鳥取市），2020年２月12日.

西村敬一：山陽新聞文化欄の連載企画『温故知災 苦難の歴史に学ぶ』の第２回「②昭和南海地震 ― メカニズム」（2021年３月12日付）において，岡山平野の地下構造モデルと南海地震の被害分布の関係についての研究成果が詳しく紹介された．３回のインタービュー取材に応じ挿入図の原図を提供した.

西村敬一：岡山県「防災ワークシート」検討委員，2020年７月14日-2021年２月28日.

西村敬一：岡山市教育員会 実践的安全教育総合支援事業アドバイザー
当該事業に基づく小学校・中学校での防災研修会を担当　2020年度：４校　2021年度：５校.

西村敬一：岡山市立公民館主催の防災講座を担当　2020年12月：１公民館　2021年１月-12月：８公民館

西村敬一：備前市防災会議専門委員，2018年12月20日～2020年12月19日，2022年１月１日～（予定）

西村敬一：一般財団法人防災研究協会 非常勤研究員，2020年度，2021年度.

岡山理科大学
フロンティア理工学研究所研究報告　第３号
2021年12月20日　印刷
2021年12月25日　発行

編集兼
発行所　岡山理科大学フロンティア理工学研究所
〒700-0005 岡山市北区理大町１－１
TEL　086(252)3161
FAX　086(256)8480

発行者　赤　司　治　夫

印刷所　柳本印刷株式会社
〒719-1126 総社市総社１－10－24
TEL　0866(92)0055