

九州大学

低温センターだより

No.16



2022年3月

目次

			ページ	
	巻頭言	九州大学低温センター長	木村 崇	1
	研究ノート1	スピングャップレス半導体の成膜とプレーナーホール効果		2
		九州大学 理学研究院 物理学部門	山田 和正	
	研究ノート2	Spintronics introduction for KOSEN students - Quantum mechanics and ultimate electronics -		6
		久留米工業高等専門学校 制御情報工学科	堺 研一郎	
	サロン	寒剤の利用と高圧ガス保安法		11
		九州大学 環境安全衛生推進室	吉田 茂	
	センターからのお知らせ			13
	活動報告			13
	論文一覧			16
	運営委員・投稿募集・問合せ			42

低温センター長 木村 崇

2021年度の低温センターの活動を報告すべく、最新の低温センターだよりをお届けいたします。本年度も新型コロナによる行動制限の期間が長くなりましたが、寒剤ユーザーの皆様のご協力とセンター職員、及び配送業者様のご協力により、滞りなく寒剤供給ができましたこと、改めてお礼申し上げます。

ご承知のとおり、寒剤の用途は大変広範であり、九州大学においても、多くの部局で利用いただいております。病院キャンパスに導入させて頂いた液体窒素自動供給システムにおいても、利用が浸透しつつあり、期待していた当初計画通りの運営がなされております。願わくば、筑紫キャンパスの寒剤利用者の皆様にも、本センターが何らかの形で支援できるような体制を構築できればと考えております。それに直接的に関係しているわけではないですが、本号では、総理工学研究院の吉武教授の共同研究者であります久留米高専の堺先生に、研究トピックスへの寄稿を頂きました。本だよりの趣旨には、寒剤ユーザー間の研究テーマを知ることでもあり、何らかの形で共同研究等の橋渡しにつながるようなことがありますと幸いに存じます。是非、皆様からも、紹介したい内容などありましたら、お知らせください。これらに限らず、寒剤関係でご要望がありましたら、是非、お気軽に本センターにお問い合わせください。

次に残念なお知らせで恐縮ですが、毎年、概算要求等を通じて、申請しているヘリウム液化機などの大規模設備の増強・更新であります。本年度も要求が通りませんでした。センター長として責任を痛感している所存です。これらの導入に関しては、各部局との連携の強化が必須と考えております。今後ともご支援・ご協力いただけますようお願い申し上げます。

最後になりますが、環境安全衛生推進室の教授として、本学の高圧ガス等の安全管理などの取りまとめとして、本センターの運営にも多大なご協力いただきました吉田茂教授が本年度をもって退職となります。4年間という比較的短い期間でしたが、先生のバイタリティ溢れる行動力で、関連の整備は大きく進展しました。本号には、吉田先生に最後ご寄稿を頂きました。是非、ご一読頂ければと思います。また、私のセンター長としての任期は今年度までとなり、次年度からは、システム情報科学研究院の木須教授が再び就任されます。これにより、センターの益々の発展が期待できます。引き続き、低温センターを大いにご活用いただき、皆様の研究の発展に貢献させて頂きたい次第でございます。

スピンギャップレス半導体の成膜とプレーナーホール効果

山田和正

九州大学理学部 物理学部門

1. はじめに

近年、スピンギャップレス半導体が学術面と応用面で、注目されている[1,2]。従来から知られているスピン偏極率が高い材料としてハーフメタルがある。ハーフメタルのバンド構造を図1(左)に示す。アップスピンはメタリックなバンドを持つが、ダウンスピンのバンドはギャップを持つ。高いスピン偏極率を持っている。それに対し、スピンギャップレス半導体(SGS)とは、アップスピンのバンドが価電子帯と伝導帯が接するギャップレスであり、ダウンスピンのバンドがギャップを持つ。特殊なバンド構造をもっている(図1(右))。高い移動度と高いスピン分極率をもつため、スピントロニクスで応用が期待される。バンドのオーバーラップを制御することで、キャリア密度を自在に制御できる。また、スピンホール効果によりスピンギャップレス半導体は純スピン流を生成できると理論的に予想されている[2]。

JSPS 頭脳循環を加速する戦略的国際研究ネットワーク推進プログラムにより、英国ヨーク大学に長期滞在し、スピンギャップレス半導体の一つである CoFeMnSi [3-10]を成膜した。九州大学に持ち帰り、当低温センターでプレーナーホール効果の測定を行ったので報告する。

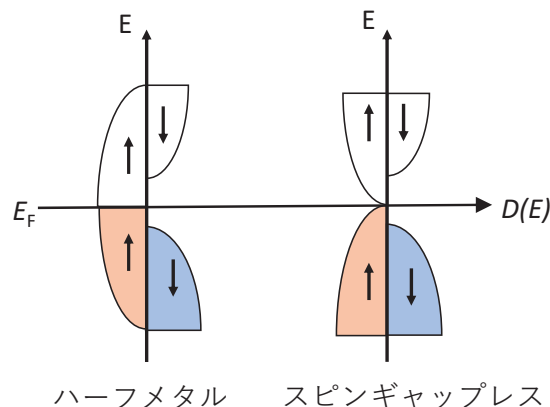


図1 (左)ハーフメタルと(右)スピンギャップレス半導体とのバンド構造。矢印はスピンの向きを示す。

2. 英国ヨーク大学滞在

英国 York 大学に滞在し、Prof. Atsufumi Hirohata を受け入れ先として、同大学に保有する高真空スパッタ(HiTUS)によりスピンギャップレス半導体 CoFeMnSi の成膜に関する研究を行った。ヨーク大学のあるヨーク市はイングランド北東部にある人口 20 万人の小さな市である。ヨーク市は城壁で囲まれた歴史ある町である。ヨーク市には、627 年に設立されたヨーク・ミンスターなど歴史的建造物が多い。市郊外では牧畜が行われている。ヨーク大学は、1963 年に設置された比較的新しい大学である。九州大学との交流は以前からあり、九州大学物理学部門の元助教塩野正明氏(現 西南学院大学教授)はヨーク大学で博士号を取得している。ヨーク大学の学生数は 17000 人であり、大学の隣に牧場があり、九

州大学と環境が似ている。環境保護に配慮し、多くの建物が平屋である。学内には大きな池があり、大学構内には多数のアヒルが闊歩しており、のどかな大学であった。日本の大学との違いを感じたのは、口頭試問により試験が行われる点や学生ユニオンの活動が盛んな点である。

3. 成膜とプレーナーホール効果

成膜には PQL Designs 社の HiTUS というスパッタ装置を使用した。組成比 Co:Fe:Mn:Si = 1:1:1:1 のターゲットを使用し、Si 基盤上に Ta(5)/Ru(5)/CoFeMnSi(20)/Ta(5)をスパッタした。ここで、カッコ内は膜厚を示す。ここで Ta は保護膜であり、Ru は seed 層である。Ru の格子定数は、ホイスラー合金と近く、CoFeMnSi を結晶化するために seed 層として使用した。スパッタ速度や基盤温度の調整を行い、成膜条件の最適化を行った。膜の評価のため、X 線回折による構造解析や VSM や SQUID による磁化測定を行った。図 2 (a)に室温基盤で成膜した CFMS、(b)に加熱基盤で成膜した CFMS の XRD-2 θ / θ を示す。室温で成膜した CoFeMnSi には、ホイスラー構造に起因する回折ピークは得られず、結晶性がよくないことが分かった。成膜後に加熱を行ったが、結晶構造に変化は見られなかった。ランプヒーターを用いて、基盤を加熱したまま、スパッタを行った。そのようにして得られた Ta/Ru/CoFeMnSi/Ta 膜において、ホイスラー構造に起因する XRD 回折ピーク 2 θ = 45.4°(220)が得られた。格子定数 $a = 5.64 \text{ \AA}$ が求められた。この値は、以前の論文とほぼ一致する[9]。回折ピークの半値全幅 0.8°を求めてシェラー式[11]により、結晶サイズは 20 nm 程度であることが分かった。基盤加熱しても下地の Ru のない膜においては、ホイスラー構造に起因する XRD 回折ピーク(220)を得られなかった。Si 基盤と CFMS の格子定数のマッチングが悪いため、結晶性が悪いためと考えられる。

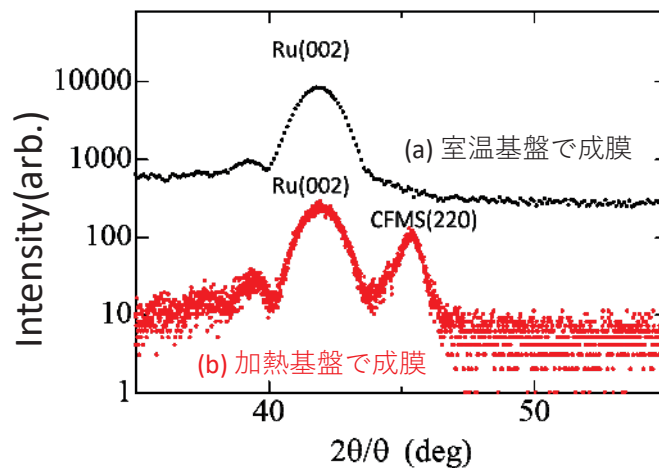


図 2 (a)室温基盤上で成膜した CFMS および (b)加熱基盤上で成膜した CFMS の 2 θ / θ

SQUID により磁化測定の温度依存性を測定し、キュリーワイス則を用いてキュリー温度を求めた。室温基盤上に成膜した膜のキュリー温度が 208 K と求まった。すでに報告されている CoFeMnSi に比べてキュリー点が低いことが分かった。基盤加熱により、結晶性が向上すること、キュリー温度が室温以上に増加することが分かった。

Si 基盤上に成膜したときには、CoFeMnSi 中の Si の濃度は求められないので、MgO 基盤上に成膜した CoFeMnSi について EDX(Energy dispersive X-ray spectroscopy)により組成分析を行ったところ、CoFeMnSi の組成は、Co:Fe:Mn:Si = 0.76: 1.00: 0.93: 0.63 であることが分かった。Al 基盤上に成膜した

CoFeMnSi の組成は Co:Fe:Mn:Si = 1.89: 1.00: 1.14: 0.49 であった。高融点の共有結合結晶である Si のスパッタリングの速度が金属元素のそれより遅いからである。

以上のように成膜した CoFeMnSi 膜を英国 Leeds 大学にて Dr.Marjan にホールバー構造に微細加工してもらった。日本に持ち帰り、当低温センターで測定を行った。面直に磁場を印加し古典的ホール効果からキャリア密度の温度依存性を求めた。キャリアは n 型を示した。もし真性の半導体ならば電子とホールを両方キャリアとして保有すると考えられる。n 型を示した理由は、電子の移動度がホールの移動度より高いためであると考えられる。キャリア密度の温度依存性は、ギャップレスに近いナローバンドの半導体の特性を示した。

成膜した CoFeMnSi をホールバー構造に微細加工し、面内に磁場を印加してプレーナーホール効果による横磁気抵抗の角度依存性および温度依存性の測定を行った。プレーナーホール効果は磁気抵抗の異方性によって生じる。プレーナーホール効果は以下のように表される[12-16]。

$$E_y = \Delta\rho j_x \sin\theta \cos\theta$$

図 3 (b)の内挿図に電場 E_y , 電流密度 j , 磁場 H の方向を示す。電流と磁場のなす角を θ とする。ここで、 $\Delta\rho = \rho_{\parallel} - \rho_{\perp}$ であり、 ρ_{\parallel} と ρ_{\perp} は、電流と磁場が平行なときの抵抗率と垂直なときのそれである。図 3 に(a)室温成膜 CFMS および(b)結晶化膜 CFMS の横磁気抵抗 $R_{XY} = (V_y/I_x)$ の角度依存性を示す。測定温度は、それぞれ 6 K および 2.18 K である。基盤加熱していない膜では、プレーナーホール効果の符号 $\Delta\rho$ は正だが、基盤加熱して結晶化した膜で $\Delta\rho$ が負であることが分かった。負の符号は、スピンを反転する散乱が少ないことを示し、ダウンスピンのギャップが開き、スピン偏極率が高いことを示唆する[17,18]。プレーナーホール効果の大きさ $\Delta\rho$ の温度依存性を測定した。室温成膜の $\Delta\rho$ は、温度の低下とともに増加した。結晶化膜の $\Delta\rho$ は、温度の低下とともに負の値から増加したが、 $\Delta\rho$ の絶対値は減少した。SQUID による磁化測定から、膜がキュリー点の高い相とキュリー点の低い相に相分離していることを示唆している。キュリー点の低い相の $\Delta\rho$ は、正の符号をもち、キュリー点の高い相の $\Delta\rho$ は負の符号を持つと考えれば、低温で結晶化膜の $\Delta\rho$ の絶対値が低下している理由が理解できる。

以上のプレーナーホール効果の結果から、CoFeMnSi のスピン流生成効率が高く、スピンゼーベック素子やグリーン・ナノスピンドバイスの材料として期待され、高いスピン偏極率と高い抵抗をもつため、高性能な巨大磁気抵抗素子(GMR)の材料として期待されることが分かった。

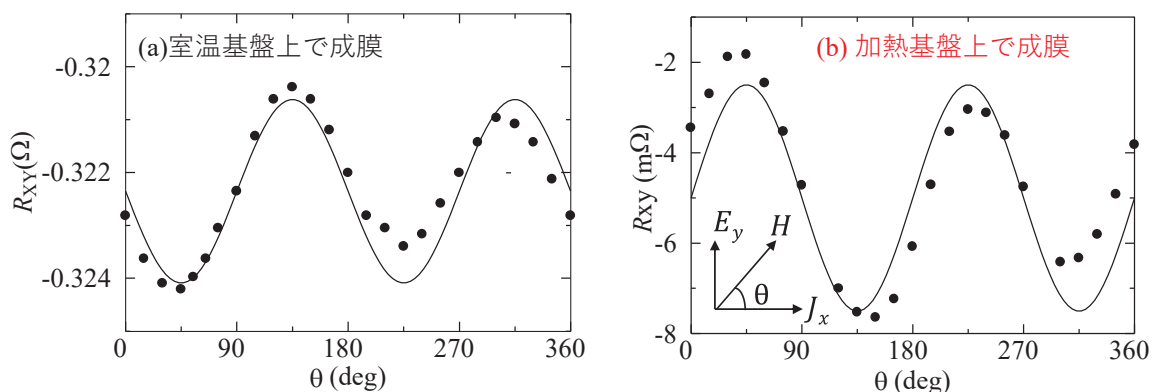


図 3 (a)室温基盤上で成膜した CFMS および(b)加熱基盤上で成膜した結晶化 CFMS のプレーナーホール効果による横磁気抵抗の角度依存性。内挿図に、電場 E_y , 電流密度 j_x および磁場 H の方向を示す。

謝辞

本研究の共同研究者である、ヨーク大学 Dr. Kelvin Elphick, Dr. Marjan Samiepour, 廣畑貴文教授 および 頭脳循環を加速する戦略的国際研究ネットワーク推進プログラム責任者の木村崇教授に感謝いたします。本研究は、共同研究者との共同研究の成果です。

引用文献

- [1] X. L. Wang, Phys. Rev. Lett. 100 (2008) 156404; <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.156404>.
- [2] X.-L. Wang, Natl. Sci. Rev. 4 (2017) 252; <https://doi.org/10.1093/nsr/nww069>.
- [3] L. Bainsla, A. I. Mallick, M. Manivel Raja, A. K. Nigam, B. S. D. Ch. S. Varaprasad, Y. K. Takahashi, Aftab Alam, K. G. Suresh, and K. Hono, Phys. Rev. B 91 (2015) 104408; <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.91.104408>.
- [4] L. Bainsla, K. Z. Suzuki, M. Tsujikawa, H. Tsuchiura, M. Shirai and S. Mizukami, Appl. Phys. Lett. 112 (2018) 052403; <https://doi.org/10.1063/1.5002763>.
- [5] H.R. Fu, C.Y. You, F. Q. Xin, L. Ma and N. Tian, Appl. Phys. Lett. 112 (2018) 262406; <https://doi.org/10.1063/1.5029340>.
- [6] H. Fu, Y. Li, Li Ma, C. You, Q. Zhang, Na Tian, J. Magn. Mater. 473 (2019) 16; <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2018.10.040>.
- [7] V.K. Kushwaha, J. Rani, A. Tulapurkar and C.V. Tomy, Appl. Phys. Lett. 111 (2017) 152407; <https://doi.org/10.1063/1.4996639>.
- [8] Q. Zhang, H. Fu, C. You, L. Ma and N. Tian, Nanoscale Res. Lett. 13 (2018) 222; <https://doi.org/10.1186/s11671-018-2628-9>.
- [9] V. Alijani, S. Ouardi, G.H. Fecher, J. Winterlik, S.S. Naghavi, X. Kozina, G. Stryganyuk, C. Felser, E. Ikenaga, Y. Yamashita, S. Ueda, and K. Kobayashi, Phys. Rev. B 84 (2011) 224416; <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.84.224416>.
- [10] X. Dai, G. Liu, G. H. Fecher, C. Felser, Y. Li and H. Liu, J. Appl. Phys. 105 (2009) 07E901; <https://doi.org/10.1063/1.3062812>.
- [11] B.D. Cullity and S.R. Stock, Elements of X-Ray Diffraction, 3rd Ed., Prentice-Hall, 2001; ISBN 0-201-61091-4.
- [12] F. Montaigne, A. Schuhl, F. N. V. Dau and A. Encinas, Sensors and Actuators 81 (2000) 324; [https://doi.org/10.1016/S0924-4247\(99\)00102-8](https://doi.org/10.1016/S0924-4247(99)00102-8).
- [13] S. T. B. Goennenwein, R. S. Keizer, S. W. Schink, I. van Dijk and T. M. Klapwijk, G. X. Miao, G. Xiao and A. Gupta, Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 142509; <https://doi.org/10.1063/1.2715442>.
- [14] Vu Dinh Ky, Phys. Stat. Sol. 26 (1968) 565; <https://doi.org/10.1002/pssb.19680260220>.
- [15] Z. Q. Lu, G. Pan and W. Y. Lai, J. Appl. Phys. 90 (2001) 1414; <https://doi.org/10.1063/1.1380993>.
- [16] Y. Bason, L. Kleina, J.-B. Yau, X. Hong, and C. H. Ahn, Appl. Phys. 84 (2004) 2593; <https://doi.org/10.1063/1.1695197>.
- [17] S. Kokado, M. Tunoda, K. Harigaya, and A. Sakuma, J. Phys. Soc. Jpn. 81 (2012) 024705; <https://doi.org/10.1143/JPSJ.81.024705>.
- [18] Y. Sakuraba, S. Kokado, Y. Hirayama, T. Furubayashi, H. Sukegawa, S. Li, Y. K. Takahashi, and K. Hono, Appl. Phys. Lett. 104 (2014) 172407; <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.91.104408>.

Spintronics introduction for KOSEN students

— Quantum mechanics and ultimate electronics —

Ken-ichiro Sakai^{A)} and Tsuyoshi Yoshitake^{B)}

Department of Control and Information Systems Engineering, National Institute of Technology (KOSEN), Kurume College, Kurume, Fukuoka 830-8555, Japan^{A)},

Device Science and Engineering Major, Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences (IGSES), Kyushu University, Kasuga, Fukuoka 816-8580, Japan^{B)}

1. Spintronics

When I say, “I study spintronics” to someone, they often ask, “What is spin?” After I provide a brief explanation about spin, they sometimes act like they were allergic, and say, “It is too difficult for me to understand.” But wait a minute. I think there are few people who truly understand quantum mechanics. Even Einstein was initially skeptical about quantum mechanics, hence ordinary people are not likely to grasp it instinctually. However, quantum mechanics seems to hold true. We have no choice but to accept it. Since the age of quantum computers is expected to be realized following the introduction of supercomputers, I feel daily that it is impossible for us to escape quantum mechanics even if we wanted to. In that case, I think it is better to try hard to contribute to the development of quantum mechanics, even if many of us do not understand it yet.

If I was asked, “What is a quantum?,” I would answer, “It is a non-contiguous value.” Scientifically speaking, it is a “discrete value.” Classical mechanics, which was discovered by legendary physicist Newton, is based on “analog physics,” which continuously captures the motion of an object. By contrast, I define quantum mechanics, which was found by Schrödinger, Bohr and Pauli, relatively recent legendary physicists, as “digital physics,” which takes discrete values. The truth of quantum mechanics is that the value can only be known probabilistically. The position of electrons cannot be defined unless we see them. Even Einstein could not understand this incomprehensible explanation at first, and he denied quantum mechanics with the words, “God does not roll the dice,” and “Is the moon not present when I am not looking?” However, since Pauli received the Nobel Prize by the recommendation of Einstein, it seems that Einstein had gradually accepted quantum mechanics.^[1,2]

The reason why the study of spintronics appeared is that, as shown in Fig. 1, electrons essentially have four physical quantities: 1. charge, 2. mass, 3. spin angular momentum, and 4. magnetic moment. These quantities can be classified by their abilities into two properties: charge (property to pass an electric current) and spin (property to become a magnet). The word “electronics” derives from “electrons”; however, many people might think of “semiconductor engineering” when they hear the word “electronics.” Semiconductor engineering considers only 1.

charge and 2. mass, while basically ignoring 3. spin angular momentum and 4. magnetic moment. This is because semiconductor engineering was created by considering “electromagnetism” as “true.” Faraday and Maxwell, who created electromagnetism, may have known about the existence of 3. spin angular momentum and 4. magnetic moment. However, it is conceivable that they did not include spin because they created the rule of electromagnetism based on the “meter.” When studying spintronics, people come across the keywords “spin current” and “spin diffusion length]”.[3] Spin current is the beneficial feature of spintronics, and it results in disappearance to the human eye when the up-spin and the down-spin become even and relaxed at the distance called the “spin diffusion length.” The spin device, therefore, can be effectively used only within the spin diffusion length. When Maxwell created “Maxwell’s equations” that cover electromagnetism, he may have overlooked the existence of spins, as they are quite small and disappear in the order of nanometers or micrometers at most.[4] In semiconductor engineering based on electromagnetism, Moore’s Law had the strongest impact among various developments. The law indicated that the technology for performing ultra-fine processing is the most important, and the processing power of the CPU increases as the transistor becomes smaller to increase the work power of the semiconductor device, and it lasted for more than 50 years. However, as anyone may know, a transistor cannot be made smaller than an atom. Moore’s Law had its limit, and Moore himself finally declared the end.

What is spin?

Electrons essentially have 4 physical quantities, and these quantities can be classified by their abilities into 2 properties.

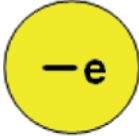
- (1) charge (-e): -1.60×10^{-19} [C]
- (2) mass (m_0): 9.11×10^{-31} [kg]
- (3) spin angular momentum: 5.3×10^{-35} [kg·m²/s]
- (4) magnetic moment: 9.4×10^{-24} [A·m²]

- ◆ Charge (electric current)
- ◆ Spin (magnet)

【Semiconductor】
【Electromagnetism】

- ◆ Charge (electric current)

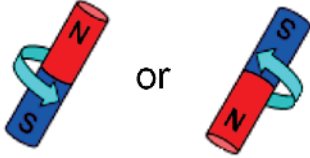
- (1) charge (-e): -1.60×10^{-19} [C]
- (2) mass (m_0): 9.11×10^{-31} [kg]



【Spintronics】

- ◆ Charge (electric current)
- ◆ Spin (magnet)

- (1) charge (-e): -1.60×10^{-19} [C]
- (2) mass (m_0): 9.11×10^{-31} [kg]
- (3) spin angular momentum: 5.3×10^{-35} [kg·m²/s]
- (4) magnetic moment: 9.4×10^{-24} [A·m²]



Ultimate electronics

Fig. 1 What is spin?

What, then, should researchers do now? There is a phrase, ‘Beyond CMOS (More than Moore),’ which approaches the development of electronic devices by exceeding the existing CMOS transistor that uses silicon semiconductors. Semiconductor researchers are trying to break Moore’s Law with, for example, “high dielectric constant gate insulating film” (high- k) and “semiconductor Ge.” Meanwhile, some researchers consider going back to the origin of electronics. As you carefully look back what was mentioned above, you will find that electrons essentially have two types of properties, charge (the property of passing an electric current) and spin (the property of becoming a magnet); but semiconductor engineering basically considers only charge (the property of passing current). Shouldn’t we be more suspicious about not effectively using spin (the property of becoming a magnet)? The “spin current due to electron spin angular momentum” should be flowing inside the existing electronic device that has undergone ultrafine processing on the nanometer scale, in the same way as the “current due to electron charge.” The number of bits can be increased by effectively using the spin current, since spintronics considers electrons to have two types of balls, clockwise and anti-clockwise, while electrons in semiconductor engineering have one type of ball. Furthermore, the classical mechanical rotation is most stable in the non-moving state (resting state), as the ball eventually stops moving after it has been placed on the ground. By contrast, the electron spin, which is the quantum mechanical spin, is most stable in permanent motion (a state of continuous rotation such as that of the earth) in terms of condensed matter physics. Therefore, the idea is to effectively utilize the energy.

To summarize briefly, one of the basic principles of spintronics suggests that you consider all the physical properties of electrons to continuously develop the existing electronic devices made by nanometer-scale ultra-fine processing technology.^[5]

2. Magnetization Reversal

In the field of spintronics, the most basic and important physical phenomenon is “magnetization reversal.” In brief, the electrical resistance is high when the magnets are aligned in opposite directions, and the electrical resistance is low when the magnets are aligned in the same direction, as shown in Fig. 2. Since switching occurs even in the same element, it is called magnetization reversal. In technical terms, it is called “spin-dependent scattering,” because it is the difference of electrical conductivity depending on the direction of electron magnetization.

The famous effect using this magnetization reversal is the giant magnetoresistive effect (GMR effect), which was awarded the 2007 Nobel Prize in Physics for its contribution to the development of magnetic heads of hard disk drives (HDD).^[6, 7] In addition, the discovery of the tunnel magnetoresistive effect (TMR effect) and the improvement of crystallinity caused a breakthrough, and the TMR elements are now used in the magnetic heads of HDDs.^[8, 9, 10, 11, 12, 13]

Magnetization Reversal

In the field of spintronics, the most basic and important physical phenomenon is “Magnetization Reversal”.

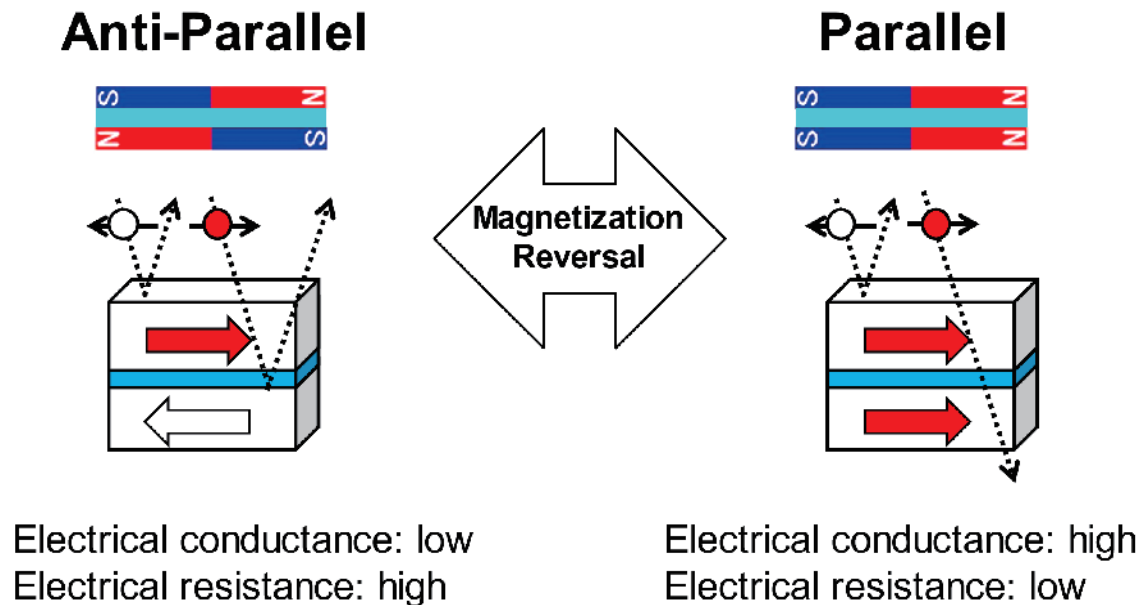


Fig. 2 Magnetization reversal

3. Conclusion

As indicated by the title “Spintronics introduction for KOSEN students,” this paper is not for spin experts. There are several reasons why I decided to submit this paper, but the primary one is to write a paper that would be useful when teaching graduation research for fifth-year students of KOSEN, and when providing orientation to students in an advanced course, including those from other departments.^[14] In addition, since the collaborative education program between Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences at Kyushu University and nine colleges of technology located in Kyushu and Okinawa districts will officially start in 2023, I think this paper will be useful when cooperating and starting collaborative research with teachers and students from other laboratories. Since “inheritance and development of knowledge” is the mission of an institution of higher education, I would like to carry out “inheritance of knowledge” for KOSEN students by posting this paper on a regular basis, and achieve the “development of knowledge” by utilizing the posting in my daily research activities.

References

- [1] Eiji Saito and Shuichi Murakami: *Spin Current and Topological Insulators*, (Kyoritsu Shuppan, Tokyo, 2014) [in Japanese].
- [2] M. Kumar: *Quantum* (Kaoru Aoki, Trans.), (Shincho Bunko, Tokyo, 2017) [in Japanese].
- [3] S. Maekawa, S. O. Valenzuela, E. Saitoh, and T. Kimura, *Spin Current*, Oxford Science Publications (2011).
- [4] K. Takanashi, *Oyo Buturi* **77**, 255 (2008) [in Japanese].
- [5] K. Sato and E. Saitoh, *Spintronics for Next Generation Innovative Devices*, Wiley (2015).
- [6] G. Binasch, P. Grunberg, F. Saurenbach, and W. Zinn, *Phys. Rev. B* **39**, 4828 (1989).
- [7] M. N. Baibich, J. M. Broto, A. Fert, F. N. Vandau, F. Petroff, P. Eitenne, G. Creuzet, A. Friederich, and J. Chazelas, *Phys. Rev. Lett.* **61**, 2472 (1988).
- [8] M. Julliere, *Phys. Lett.* **54A**, 225 (1975).
- [9] S. Maekawa and U. Gafvert, *IEEE Trans. Magn.* **18**, 707 (1982).
- [10] T. Miyazaki and N. Tezuka, *J. Magn. Magn. Mater.* **139**, L231 (1995).
- [11] J. S. Moodera, L. R. Kinder, T. M. Wong, and R. Meservey, *Phys. Rev. Lett.* **74**, 3273 (1995).
- [12] S. Yuasa, T. Nagahama, A. Fukushima, Y. Suzuki, and K. Ando, *Nat. Mater.* **3**, 868 (2004).
- [13] S. S. P. Parkin, C. Kaiser, A. Panchula, P. M. Rice, B. Hughes, M. Samant, and S. H. Yang, *Nat. Mater.* **3**, 862 (2004).
- [14] K. Sakai, T. Okuyama, H. Miki, H. Murakami, S. Ohmagari, T. Yoshitake, *Memoirs of National Institute of Technology, Kurume College*, **36**, 25 (2021) [in Japanese].

Acknowledgments

This research was supported by Aluminum Research Grant Project (FY2021), Kurume College, National Institute of Technology Education and Research Grant Project (FY2020), KOSEN Collaborative Education and Research Project Startup Support by Toyohashi University of Technology (FY2020), Kakihara Technology Zaidan Research Grant (FY2020), academic incentive from Yoshida Academic Education Promotion Association (FY2019), and JSPS Grant-in-Aid for Early-Career Scientists (B) (15K21594).

寒剤の利用と高圧ガス保安法

吉田 茂

九州大学環境安全衛生推進室

1. はじめに

低温センターでは皆様への利便性を図るため寒剤（液化ガス）を供給していますが、寒剤の供給を受けるためには毎年「高圧ガス及び液化ガスを安全に取り扱うための講習会」の受講を義務付けています。これは、取り扱っている寒剤が高圧ガス保安法における高圧ガスの部類に該当するからです。また、寒剤を利用するにあたって、実験装置のページや乾燥のために高圧ガスボンベの窒素ガスを使用することもあるでしょう。これら高圧ガスを取り扱う際には、高圧ガス保安法に則り安全に使用することが重要です。そこで、今回は寒剤を取り扱う上で関係する高圧ガスの法令について少々述べます。

2. ガスボンベの点検

まずは基本でありますガスボンベについての話をします。既に皆様は知っていることとは存じますが、高圧ガスボンベには有効期限があり、通常ボンベは5年ごとに検査を受ける必要があります。このため、講習会等ではいつも「5年以上のボンベは返却してください」と言っています。実は使用中の高圧ガスボンベは、毎日の点検（日常点検）が法律で定められています。即ち、毎日ボンベに錆や傷が無いか確認（日常点検）をしなければなりません。ボンベの事故はそのほとんどが長期停滞ボンベに生じていますので、特に数年間保有しているボンベの日常点検の実施は重要です。実際、うっかりボンベの日常点検を忘れてしまう時もあるかと思しますので、「日常点検」を補う安全ルールが必要と考え、本学では「ガス購入後5年返却ルール」を設けました。ガスの購入後5年経過したボンベは、必ずガス販売会社に返却してくださいというルールです。高圧ガス保安法では、容器検査から5年経過したボンベにはガスの充填ができません。そこで、当該ボンベをガス販売会社に返却すれば、必ずガス販売会社にて再検査が行われます。このルールに従えば、本学には検査受検後10年未満（検査後経過5年直前のボンベが本学に納入された場合の最長保有期）のボンベしか存在しないようになり、長期滞留ボンベによる事故の予防が確保されます。

さらに、福岡県高圧ガス容器管理指針によれば、「原則として、ガス販売会社は消費者（九大）から1年以上留置された容器を回収すること」、また「消費者（九大）は原則として、使用中の容器であっても、1年以上同じ容器を継続留置しないこと」が記述されています。つまり、1年以上経過したボンベは、「安全不備を理由に」ガス販売会社から返却の要請があれば、九大はボンベを返却しなければいけません。これが福岡県の指針です。この指針に沿ってガス販売会社からは購入後1年以内でのガスボンベ返却を打診されていますが、現在本学にとってガスボンベを1年で返却するには、あまりにも使用期間が短いので、最長で5年待っていただいています。（但し、今後は購入後1年が経過すると、長期使用ボンベとして容器使用料を毎年支払うことになりそうです。）また、上述の「安全不備を理由に」とは、「ガスボンベを取扱う教職員や学生が、ガス販売会社から安全教育を受けていないこと（若しくは本学主催の高圧ガス安全講習を受けていないこと）」や「日々のボンベ点検記録を管理台帳に記録していない研究室」等も理由となりますのでご注意ください。尚、ガスボンベの

点検記録等は研究・実験ノートで代用してもよいことにしています。研究・実験ノートには、ポンベの圧力や接続した減圧弁の異常の有無をしっかりと記録するようお勧めします。

3. 低温容器使用届出の要・不要

さて、次に低温容器の話をしていきましょう。寒剤を持ち運ぶ容器には2種類のカテゴリーがあります。一つは開放容器(通称デュワー瓶)であり、もう一つは自加圧容器若しくはLGC(Liquid Gas Container)と呼ばれる容器です。両方とも寒剤を保持する魔法瓶のような容器ですが、その違いは圧力容器であるか否かです。開放容器の内槽は常に大気圧状態であり、容器内圧が蒸発ガスにより昇圧しないように容器口金は密閉できないようになっています。一方、LGCは圧力保持が可能ないように液化ガスの取り出し口には弁が設けられており、且つ容器自身に内圧昇圧機構が備わっています。開放容器は高压ガス保安法適用外ですが、LGCは先に述べた高压ガスポンベと同様に高压ガス保安法が適用された高压ガス容器です。このため、最近の低温容器は5年ごとに容器再検査が必要です。

さて、LGCを使う時にはいくらか注意が必要です。液を取り出す時とガスを発生させる場合について考えてみます。まず液取りの場合です。LGCは昇圧機構により液化ガスの一部を気化させて気相部へ戻し、液面加圧により液化ガスを取り出すことができます。この液面加圧は法令上の高压ガス製造行為に該当し、普通に考えれば、LGCは高压ガス設備であり、届出等が必要な機器となります。ところが、現状では、高压ガス製造設備ではなく高压ガス容器として扱われており、高压ガス製造設備の届出は行われていない状況にあります。LGCは既に莫大な数量(10万台程度)が流通している事情もあり、混乱を避ける措置として、液化酸素、液化窒素、液化アルゴン、液化炭酸ガスの4つのガス種で、且つ貯蔵容量が500L未満のLGCは現状を踏襲する運用(届出不要)をしているようです。

LGCを高压ガスポンベと同様に考えれば、貯蔵されている液化ガスをデュワー瓶(開放容器)や大気圧下の実験装置に注入する(液化ガスの大気放出)場合は、届出不要となります。一方、LGCに蒸発器を接続してガスとして供給する場合は要注意です。この時液化ガスをガスに変化(相変化)させるのですから、明らかな高压ガス製造行為(例えばCEタンク(コールドエバポレータ)の場合等)となり、行政への届出等が必要と考えられます。ところがLGCの場合はちょっと曖昧なのです。液化ガスの気化は製造行為に間違いありませんが、吐出圧が1MPa未満の場合は、届出等を不要にしている自治体があります。このようなLGCの使用形態に関して届出等の要・不要は、現状地方自治体の裁量に任されています。尚、福岡県も届出不要のようです。

蛇足ですが、LGCの廃棄に際しては高压ガス容器として利用ができないような措置が必要です。

4. まとめ

寒剤(液化ガス)は法律で定められた高压ガスです。その取扱(消費や貯蔵)は法律に沿って正しく実施しなければなりません。今回は関連する法令を簡単に説明しましたが、単に法律を守ればよいというものではありません。安全は皆様の自主的な安全意識と安全活動によるところが最も大切です。是非一人一人の心掛けで、高压ガスによる事故が発生しないようにご協力をお願い致します。

尚、本記事に書かれた内容は九州大学高压ガスホームページ(<http://gas.jimu.kyushu-u.ac.jp/index.html>)のコンテンツ「高压ガス四方山話」から抜粋したものです。もう少し詳しい内容やその他高压ガス保安法に関する事項に興味ある方は是非そちらも閲覧して頂けると幸甚です。

皆様、本日もご安全に！

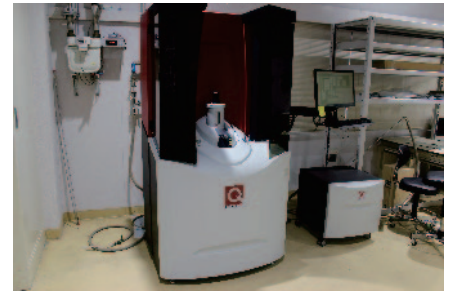
以上



01

MPMS 3の導入

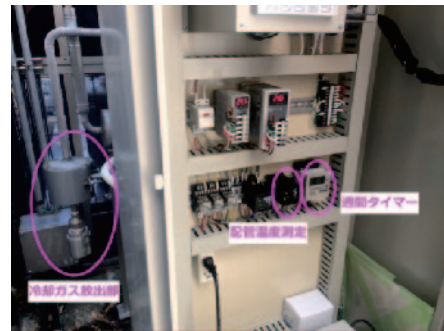
低温センター実験棟にMPMS 3が導入されました。
液体ヘリウム・液体窒素の充填作業は低温センターが行う予定としております。また、学内外の方に広くご利用いただけるよう規程の整備や九州大学共用システムを使用した予約・使用実績管理など、利用環境を整備してまいります。



02

液体窒素自動供給装置の改善

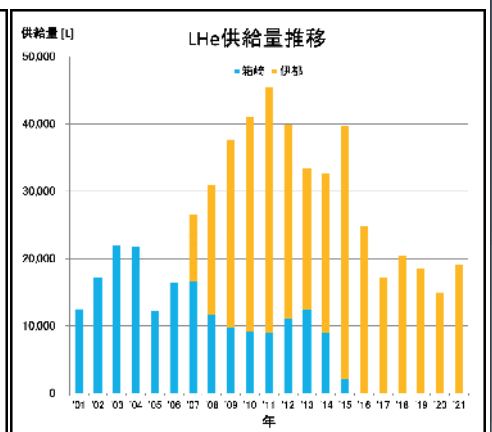
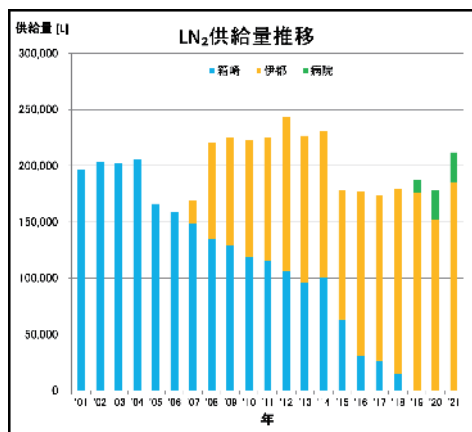
伊都キャンパスの液体窒素自動供給装置は、日当たりの良い場所に設置されております。このことにより配管の温度が上昇しやすく、充填開始から液体窒素が出始めるまでに10分以上時間がかかり、利用者にとっては大変不便な状況となっております。このため、既製品の液体窒素自動供給装置に冷却機能を追加いたしました。平日のみある一定の温度以上になった場合、冷却を開始する設定としております。定期的に冷却ガスが放出されますが異常ではありません。これにより、いつご利用頂いても充填開始から約2、3分程度で液体窒素が取り出せるように改善されております。



活動報告

報告 寒剤供給量

- 箱崎キャンパス
液体ヘリウム供給 2015年終了
液体窒素供給 2018年終了
- 伊都キャンパス
液体ヘリウム供給 2007年開始
液体窒素供給 2007年開始
- 病院キャンパス
液体窒素供給 2019年開始



報告 保安講習会

九州大学安全衛生推進室高圧ガス部門と共同で、各キャンパスにて、寒剤・高圧ガス利用者保安講習会を実施している。この講習会は、全学の寒剤・高圧ガス利用者が保安に関する知識を深め、寒剤・高圧ガスによる酸欠や爆発などの事故をおこさず、安全に実験が行えるよう、テキストやビデオを用いて実施している。

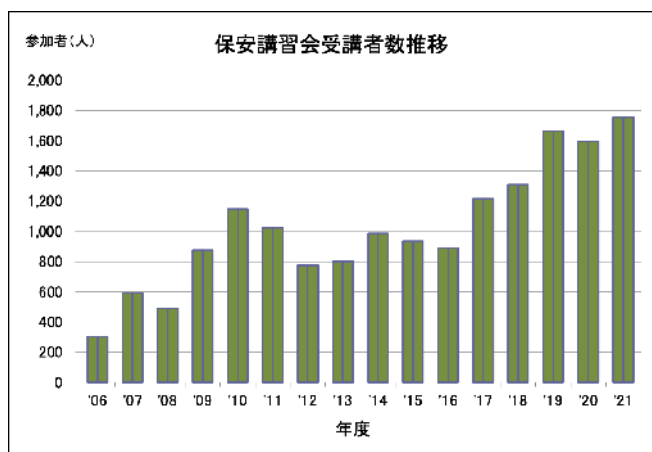
2021年度は新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、eラーニングによる講習を行なった。

●2021年度実施分(eラーニング)

伊都地区 1,277人、馬出地区 281人、
筑紫地区 157人、その他部局 39人 合計 1754人

上記のオンライン講習に加えて2021年度は、対面での実技講習会を行なった。この講習では、高圧ガスボンベや低温寒剤、配管継手の施工について、受講者が実際に体験して正しい取り扱い方を学ぶことを目的として実施した。低温寒剤については低温センター職員が講習を行い、ガスボンベ、配管継手についてはそれぞれ日本エア・リキード合同会社、日本スウェージロックFST株式会社に講師としてご協力を頂いた。

また、今回は新型コロナウイルス感染拡大防止のため、受講者の人数制限を行い、伊都、馬出、筑紫の各キャンパスで講習会を開催した。



報告 センター見学

オープンキャンパス等で訪れる一般の方や中高生に、寒剤供給施設の公開や液体ヘリウム・液体窒素を使用した実験のデモンストレーションなどを行なっている。通常では見られない施設や現象の一般公開は、低温科学の啓発に役立つとともに、中高生たちの視野・可能性の拡大に大きく貢献している。

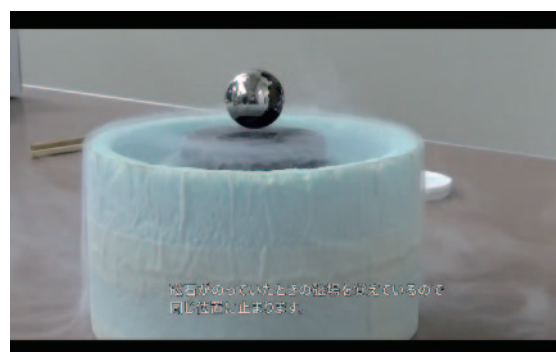
2021年は昨年に引き続き、新型コロナウイルスの影響を受けてオンラインでのオープンキャンパスとなり、動画を通して施設の紹介やデモンストレーションの公開を行なった。(写真右)

例年は以下の日程でセンター見学を行なっている。

3月；体験入学

5月；開学記念

8月；オープンキャンパス など



報告 ヘリウムガス回収率

ヘリウムは貴重資源であり、学内では液体ヘリウムを使用後に蒸発したヘリウムガスを回収し、精製・再液化を行なっている。供給した液体ヘリウムのうち、ヘリウムガスとして戻ってくる割合をヘリウムガス回収率と呼んでいる。回収率を向上させることで、貴重資源であるヘリウムガスを有効活用することができる。

建物ごとの回収率は右記の通り
(参照期間：2020年12月～2021年11月)

ブロック	供給量 (L)	回収率 (%)
低温センター実験棟	3,687	85
超伝導センター	7,410	82
W1号館	615	77
W2号館	722	92
W3,4号館	656	51
W5号館	112	87
先端物質化学研究所	4,585	99
超顕微解析センター	0	-
カーボンニュートラル	468	76

報告 高圧ガス保安管理業務

低温寒剤を製造・供給するための設備は高圧ガス製造設備であり、高圧ガス保安法により保安検査・定期自主検査・開放検査などの検査が義務付けられている。保安係員等の監督下でこれらを実施している。

●日常点検 (3回以上/日)

早期の異常発見のため、設備の運転状況等について始業時・運転時・終業時など1日3回以上行なっている。

●定期自主検査 (1回/年) 2021年6月実施(伊都・病院)

高圧ガス保安法に基づく、耐圧検査・気密検査・安全弁検査・圧力計検査・記録簿検査など多項目の検査。この検査を実施しなければ、保安検査に合格しない。

●開放検査 (各機器の周期に応じて) 2021年11月実施(伊都)

高圧ガス保安法に基づき、各機器の分解等により、設備内部の目視検査・非破壊検査を行なう。この検査を実施しなければ、保安検査に合格しない。

●保安検査 (1回/年) 2021年7月実施(伊都)

高圧ガス保安法に基づく、福岡市消防局による検査。この検査に不合格の場合は寒剤供給停止となる。

●高圧ガス製造事業所保安係員等講習会 2021年 受講者なし

製造事業所の保安係員等を対象とした講習会。製造保安責任者免状の交付を受けてから3年以内に、2回目以降は5年以内に受講しなければならない。

●高圧ガス製造事業所保安講習会 2021年 受講者なし

高圧ガス保安協会が主催する、製造事業所対象の保安講習会。高圧ガス保安法および福岡県の保安行政、近年の事故例等の講習。

●寒剤の取り扱いに関する講習・見学会 (随時)

低温センターの安全利用に関し、寒剤の汲み出し方法や運搬方法、ルール説明等、実際に現場で設備等を使用して教育指導している。

●防災・消火器訓練 (1回/年)

万が一の事故発生時にどのような対応をしていくか、具体的な事故を想定し実施している。避難訓練や、空気呼吸器の使用訓練、消火器の使用訓練を行なっている。

低温センターを利用した論文 (2021)

工学研究院 エネルギー量子工学部門

河江研究室

1. Evolution of lattice coherence in the intermediate-valence heavy-fermion compound EuNi_2P_2 studied by point contact spectroscopy
M. Shiga, I. Maruyama, K. Okimura, T. Harada, T. Takahashi, A. Mitsuda, H. Wada, Y. Inagaki, and T. Kawae
Physical Review B **103**, L041113 (2021)
2. Crystallographic and superconducting properties of filled skutterudite $\text{SrOs}_4\text{P}_{12}$
Y. Kawamura, S. Deminami, K. Takeda, T. Kuzuya, L. Salamakha, H. Michor, E. Bauer, J. Gouchi, Y. Uwatoko, T. Kawae, and C. Sekine
Physical Review B **103**, 085139 (2021)
3. Breakdown voltages of cryogenic gaseous helium and in liquid helium
T. Shigematsu, H. Kawasaki, B. Ono, and T. Kawae
Journal of Physics: Conference Series, 1857 012005 (2021)
4. Correlation between ferromagnetism and dopant 3d metal-oxygen hybridized state lying at the bottom of conduction band in ZnO-based diluted magnetic semiconductor system
T. Tsukahara, S. An, S. Otsuru, Y. Tezuka, S. Nozawa, J. Adachi, K. Akashi, Y. Inagaki, T. Kawae, H. Ishii, Y-F. Liao, T. Kida, S. Suehiro, M. Nantoh, K. Ishibashi, and Y. Ishiwata
Journal of Applied Physics **130**, 243904 (2021)
5. Hydrogen-impurity-induced conductance peaks in constriction type Josephson junctions
K. Miyakawa, H. Takata, T. Yamaguchi, Y. Inagaki, K. Makise, and T. Kawae
Applied Physics Express **15**, 013002 (2022)

工学研究院 応用化学部門

石原研究室

1. Distributed peer-to-peer energy trading for residential fuel cell combined heat and power systems
Dinh Hoa Nguyen, Tatsumi Ishihara
Electrical Power and Energy Systems, 125, 106533, (2021)

2. Infiltration of cerium into a NiO–YSZ tubular substrate for solid oxide reversible cells using a LSGM electrolyte film
Zhe Tan, Jun Tae Song, Atsushi Takagaki, Tatsumi Ishihara
Journal of Materials Chemistry A, 9(3), 1530-1540, (2021)
Inside front cover
3. Oxygen vacancy engineering in Fe doped akhtenskite-type MnO₂ for low-temperature toluene oxidation
Yu Wang, Ji Wu, Gang Wang, Dengyao Yang, Tatsumi Ishihara, Limin Guo
Applied Catalysis B: Environmental, 285, 119873, (2021)
4. Determination of Oxide Ion Conductivity in Ba-Doped LaYbO₃ Proton-Conducting Perovskites via an Oxygen Isotope Exchange Method
Junji Hyodo, Shogo Kato, Shintaro Ida, Tatsumi Ishihara, Yuji Okuyama, Takaaki Sakai
The Journal of Physical Chemistry C, 125(3), 1703-1713, (2021)
5. Characteristics of YCoO₃-type perovskite oxide and application as an SOFC cathode
Takaaki Sakai, Masako Ogushi, Kohei Hosoi, Atsushi Inoishi, Hidehisa Hagiwara, Shintaro Ida, Masatsugu Oishi, Tatsumi Ishihara
Journal of Materials Chemistry A, 9(6), 3584-3588, (2021)
6. Chiral Interlocked Corrole Dimers Directly Linked at Inner Carbon Atoms of Confused Pyrrole Rings
Yogesh Kumar Maurya, Pingchun Wei, Takahide Shimada, Kazuhisa Yamasumi, Shigeki Mori, Ko Furukawa, Hajime Kusaba, Tatsumi Ishihara, Yongshu Xie, Masatoshi Ishida, Hiroyuki Furuta
Chemistry - An Asian Journal, 16(7), 743-747, (2021)
7. A novel aqueous dual-ion battery using concentrated bisalt electrolyte
Huan Li, Takuya Kurihara, Dengyao Yang, Motonori Watanabe, Tatsumi Ishihara
Energy Storage Materials, 38, 454–461, (2021)
8. Correlating Surface Crystal Orientation and Gas Kinetics in Perovskite Oxide Electrodes
Ran Gao, Abel Fernandez, Tanmoy Chakraborty, Aileen Luo, David Pesquera, Sujit Das, Gabriel Velarde, Vincent Thoréton, John Kilner, Tatsumi Ishihara, Slavomír Nemšák, Ethan J. Crumlin, Elif Ertekin, and Lane W. Martin

Advanced Materials, 2100977, (2021) Hot Topic: Surfaces and Interfaces

9. An effect of crystallographic distortion on carrier mobility in poly(3-hexylthiophene) thin films
Tatsuki Abe, Daisuke Kawaguchi, Motonori Watanabe, Taiki Hoshino, Tatsumi Ishihara, and Keiji Tanaka
Applied Physics Letters, 118, 181601, (2021)
10. Enhanced performance of a Li-ion rechargeable battery at low temperatures: Use of 3,3,3-trifluoropropyl acetate as an electrolyte additive
Hiroki Nagano, Hackho Kim, Suguru Ikeda, Seiji Miyoshi, Motonori Watanabe, Tatsumi Ishihara
Electrochemical Science Advances; e2100062, (2021)
11. High-entropy oxynitride as a low-bandgap and stable photocatalyst for hydrogen production
Parisa Edalati, Xiao-Feng Shen, Motonori Watanabe, Tatsumi Ishihara, Makoto Arita, Masayoshi Fuji and Kaveh Edalati
Journal of Materials Chemistry A, 9, 15076–15086, (2021)
12. Ruthenium (IV) N-confused porphyrin m-oxobridged dimers: acid-responsive molecular rotors
Osamu Iwanaga, Kazuki Fukuyama, Shigeki Mori, Jun Tae Song, Tatsumi Ishihara, Takaaki Miyazaki, Masatoshi Ishida and Hiroyuki Furuta
RSC Advances, 11, 24575-24579, (2021)
13. High-pressure TiO₂-II polymorph as an active photocatalyst for CO₂ to CO conversion
Saeid Akrami, Monotori Watanabe, Tan Hui Ling, Tatsumi Ishihara, Makoto Arita, Masayoshi Fuji, Kaveh Edalati
Applied Catalysis B: Environmental, 298, 120566, (2021)
14. Surface Analysis of Perovskite Oxynitride Thin Films as Photoelectrodes for Solar Water Splitting
Fatima Haydous, Sijun Luo, Kuan-Ting Wu, Craig Lawley, Max Döbeli, Tatsumi Ishihara and Thomas Lippert
Applied Materials & Interfaces, 13, 37785–37796, (2021)

15. Experimental Visualization of the Interstitialcy Diffusion of Anions in the LaOF-Based Oxyfluoride La_{0.9}Sr_{0.1}O_{0.45}F₂
Keisuke Hibino, Mahiro Tanaka, Satoshi Kozakai, Kotaro Fujii, Tatsumi Ishihara, James R. Hester, and Masatomo Yashima
Applied Energy Materials, 4(9), 8891–8900, (2021)

君塚研究室

1. Photon Upconverting Bioplastics with High Efficiency and In-Air Durability
P. Bharmoria, S. Hisamitsu, Y. Sasaki, T. S. Kang, M. Morikwawa, B. Joarder, K. Moth-Poulsen, H. Bildirir, A. Martensson, N. Yanai, N. Kimizuka
J. Mater. Chem. C (2021)
2. Up- and down-conversion in molecules and materials
B. Ehrler, N. Yanai, L. Nienhaus
J. Chem. Phys. 154, 070401 (2021)
3. Bulk Transparent Photon Upconverting Films by Dispersing High-Concentration Ionic Emitters in Epoxy Resins
T. Kashino, M. Hosoyamada, R. Haruki, N. Harada, N. Yanai, and N. Kimizuka
Appl. Mater. Interfaces 13, 11, 13676–13683 (2021)
4. Porphyrins as Versatile, Aggregation-Tolerant, and Biocompatible Polarizing Agents for Triplet Dynamic Nuclear Polarization of Biomolecules
T. Hamachi, K. Nishimura, H. Kouno, Y. Kawashima, K. Tateishi, T. Uesaka, N. Kimizuka, N. Yanai
J. Phys. Chem. Lett. 12, 10, 2645–2650 (2021)
5. Light-Triggered, Non-Centrosymmetric Self-Assembly of Aqueous Arylazopyrazoles at the Air–Water Interface and Switching of Second-Harmonic Generation
Y. Nagai, K. Ishiba, R. Yamamoto, T. Yamada, M. a. Morikawa, N. Kimizuka
Angew. Chem., Int. Ed. 60, 12, 6333–6338 (2021)
6. Ionic Charge-Transfer Liquid Crystals Formed by Alternating Supramolecular Copolymerization of Liquid π -Donors and TCNQ
H. Iguchi, H. Furutani, N. Kimizuka
Frontiers in Chemistry. 9, 657246 (2021)

7. High Positive Seebeck Coefficient of Aqueous I⁻/I₃⁻ Thermocells Based on Host-Guest Interactions and LCST Behavior of PEGylated α -Cyclodextrin
Y. Liang, J. K.-H. Hui, M.-a. Morikawa, H. Inoue, T. Yamada, N. Kimizuka
ACS Appl. Energy Mater., 4, 5, 5326-5331 (2021)
8. Design Guidelines to Elongate Spin-Lattice Relaxation Time of Porphyrins with Large Triplet Electron Polarization
A. Yamauchi, S. Fujiwara, K. Nishimura, Y. Sasaki, K. Tateishi, T. Uesaka, N. Kimizuka, N. Yanai
J. Phys. Chem. A., 125, 4267-4498 (2021)
9. Singlet-to-triplet absorption for near-infrared-to-visible photon upconversion
Y. Sasaki, S. Amemori, N. Yanai, N. Kimizuka
Bull. Chem. Soc. Jpn., 94, 1760-1768 (2021)
10. High seebeck coefficient in middle-temperature thermocell with deep eutectic solvent
N.F. Antariksa, T. Yamada, N. Kimizuka
Sci Rep 11, 11929 (2021)
11. Triplet Dynamic Nuclear Polarization of Guest Molecules through Induced Fit in a Flexible Metal-Organic Framework
S. Fujiwara, N. Matsumoto, K. Nishimura, N. Kimizuka, K. Tateishi, T. Uesaka, N. Yanai
Angew. Chem. Int. Ed., in press (2021)

後藤・神谷研究室

1. Amino Acid Ester based Phenolic Ionic Liquids as a Potential Solvent for the Bioactive Compound Luteolin: Synthesis, Characterization, and Food Preservation Activity
I. M. Shimul, R. M. Moshikur, K. Minamihata, M. Moniruzzaman, N. Kamiya, M. Goto,
J. Mol. Liq, 118103 (2021).
2. Design of Swollen Lipidic Cubic Phase to Increase Transcutaneous Penetration of Biomacromolecules
S. Kozaka, R. Wakabayashi, N. Kamiya, M. Goto,
ACS Mater. Interfaces, 13, 54753-54761 (2021).

3. Anti-pollution Effects of Self-assembled Fibers Prepared from a Palmitoyl-glycine-histidine Amphiphile
T. Imoto, M. Sakata, M. Goto,
Chem. Lett., 50, 1938-1940 (2021).
4. Methotrexate-based ionic liquid as a potent anticancer drug for oral delivery: In vivo pharmacokinetics, biodistribution, and antitumor efficacy
R. M. Moshikur, M. K. Ali, R. Wakabayashi, M. Moniruzzaman, M. Goto,
Int. J. Pharm., 608,121129(2021).
5. Insulin Transdermal Delivery System for Diabetes Treatment Using a Biocompatible Ionic Liquid-Based Microemulsion
Md. Rafiq Islam, S. Uddin, Md. Raihan Chowdhury, R. Wakabayashi, M. Moniruzzaman, M. Goto,
ACS Appl. Mater. Interfaces, 13, 42461-42472 (2021).
6. 抗原エピトープ封入油状ナノキャリアを用いた花粉症経皮ワクチンの開発
東島 弘樹, 北岡 桃子, 後藤 雅宏,
膜(membrane), 46(4), 226-232 (2021).
7. Lipid-Based Ionic-Liquid-Mediated Nanodispersions as Biocompatible Carriers for the Enhanced Transdermal Delivery of a Peptide Drug
S. Uddin, M. R. Islam, M. R. Chowdhury, R. Wakabayashi, N. Kamiya, M. Moniruzzaman, M. Goto,
ACS Applied Bio Materials, 4(8), 6256-6267 (2021).
8. Self-Assembled Palmitoyl-Glycine-Histidine as a Permeation Enhancer for Transdermal Delivery
T. Imoto, M. Goto,
Langmuir, 37, 8971-8977 (2021).
9. Orthogonal Enzymatic Conjugation Reactions Create Chitin Binding Domain Grafted Chitinase Polymers with Enhanced Antifungal Activity
K. Minamihata, Y. Tanaka, P. Santoso, M. Goto, D. Kozome, T. Taira, N. Kamiya,
Bioconjugate Chem., 32, 8, 1688-1698 (2021).

10. Favipiravir-Based Ionic Liquids as Potent Antiviral Drugs for Oral Delivery: Synthesis, Solubility, and Pharmacokinetic Evaluation
R. M. Moshikur, M. K. Ali, R. Wakabayashi, M. Moniruzzaman, M. Goto,
Mol. Pharm., 18(8), 3108-3115(2021).
11. Biocompatible Ionic Liquid-Mediated Micelles for Enhanced Transdermal Delivery of Paclitaxel
M. K. Ali, R. M. Moshikur, R. Wakabayashi, M. Moniruzzaman, M. Goto,
ACS Appl. Mater. Interfaces, 13, 19745-19755 (2021).
12. Biocompatible ionic liquids assisted transdermal co-delivery of antigenic protein and adjuvant for cancer immunotherapy
M. R. Chowdhury, R. M. Moshikur, R. Wakabayashi, M. Moniruzzaman, M. Goto,
Int. J. Pharm., 601, 120582 (2021).
13. Extending the Half-Life of a Protein in Vivo by Enzymatic Labeling with Amphiphilic Lipopeptides
M. Takahara, S. Mochizuki, R. Wakabayashi, K. Minamihata, M. Goto, K. Sakurai, N. Kamiya,
Bioconjug. Chem., 32, 4, 655–660(2021).
14. pH-responsive self-assembly of designer aromatic peptide amphiphiles and enzymatic post-modification of assembled structures
R. Wakabayashi†, A. Higuchi†, H. Obayashi, M. Goto, N. Kamiya,
Int. J. Mol. Sci., 22, 3459 (2021).
15. Recovery of Cobalt and Manganese from Spent Lithium-ion Batteries using a Phosphonium-based Ionic Liquid
M. L. Firmansyah, A. T. N. Fajar, R. R. Mukti, T. Ilmi, G. T. M. Kadja, M. Goto,
Solv. Extr. Res. Dev. Jpn., 28(1), 79-93 (2021).
16. An ionic liquid extractant dissolved in an ionic liquid diluent for selective extraction of Li(I) from salt lakes
C. Cai, T. Hanada, A. T. N. Fajar, M. Goto,
Desalination, 509, 115073 (2021).

17. Recovery of platinum group metals from a spent automotive catalyst using polymer inclusion membranes containing an ionic liquid carrier
A. T. N. Fajar, T. Hanada, M. Goto,
J. Membr. Sci., 629, 119296 (2021).
18. Amide-functionalised phosphonium-based ionic liquids as ligands for rhodium(III) extraction
W. Yoshida, M. Goto,
RSC Adv., 11, 9386-9394 (2021).
19. Synergistic Deep Eutectic Solvents for Lithium Extraction
T. Hanada, M. Goto,
ACS Sustain. Chem. Eng., 9(5), 2152-2160 (2021).
20. Co-amorphous formation of piroxicam-citric acid to generate supersaturation and improve skin permeation
Y. Hirakawa, H. Ueda, K. Minamihata, R. Wakabayashi, N. Kamiya, M. Goto,
Eur. J. Pharm. Sci., 158, 105667(2021).

田中研究室

1. Modification of a Polymer Surface by Partial Swelling Using Non-solvents
H. Taneda, N. L. Yamada, F. Nemoto, Y. Minagawa, H. Matsuno, K. Tanaka
Langmuir 37(51), 14941-14949 (2021)
2. Two-dimensional Cellular Patterning on a Polymer Film Based on Interfacial Stiffness
K. Kawabata, M. Totani, D. Kawaguchi, H. Matsuno, K. Tanaka
Langmuir 37(51), 14911-14919 (2021)
3. Local Mechanical Properties of Heterogeneous Nanostructures Developed in a Cured Epoxy Network: Implications for Innovative Adhesion Technology
H. Nguyen, M. Aoki, X. Liang, S. Yamamoto, K. Tanaka, K. Nakajima
ACS Appl. Nano Mater. 4(11), 12188-12196 (2021)
4. Molecular Picture of a Fluoropolymer Adsorption on Nano-carbon Materials
D. Kawaguchi, K. Sasahara, D. Saito, M. Uejima, H. Fujiwara, S. Nishimura, S. Yamamoto,
K. Tanaka

- Polym. J. 53(12), 1469-1473 (2021)
5. Local Orientation of Chains at Crystal/Amorphous Interfaces Buried in Isotactic Polypropylene Thin Films
D. Kawaguchi, K. Yamamoto, T. Abe, N. Jiang, T. Koga, S. Yamamoto, K. Tanaka
Phys. Chem. Chem. Phys. 23(41), 23466-23472 (2021)
 6. Effect of Cross-Linking Density on Horizontal and Vertical Shift Factors in Linear Viscoelastic Functions of Epoxy Resins
A. Shundo, M. Aoki, S. Yamamoto, K. Tanaka
Macromolecules 54(20), 9618-9624 (2021)
 7. Mobility Gradients Yield Rubbery Surfaces atop Polymer Glasses
Z. Hao, A. Ghanekarade, N. Zhu, K. Randazzo, D. Kawaguchi, K. Tanaka, X. Wang, D. S. Simmons, R. D. Priestley, B. Zuo
Nature 596(7872), 372-376 (2021)
 8. Cross-Linking Effect on Segmental Dynamics of Well-Defined Epoxy Resins
A. Shundo, M. Aoki, S. Yamamoto, K. Tanaka
Macromolecules 54(13), 5950-5956 (2021)
 9. Dynamic Behaviour of Water Molecules in Heterogeneous Free Space Formed in An Epoxy Resin
S. Yamamoto, R. Kuwahara, K. Tanaka
Soft Matter 17(25), 6073-6080 (2021)
 10. An Effect of Crystallographic Distortion on Carrier Mobility in Poly(3-hexylthiophene) Thin Films
T. Abe, D. Kawaguchi, M. Watanabe, T. Hoshino, T. Ishihara, K. Tanaka
Appl. Phys. Lett. 118(18), 181601 (2021)
 11. Molecular Size Effect on Curing Process for Epoxy and Amine Mixture
S. Yamamoto, K. Tanaka
Nihon Reoroji Gakkaishi 49(1), 55-60 (2021)

12. Near-ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy for a Bioinert Polymer Film at a Water Interface
J.-H. Hong, M. Totani, T. Yamamoto, P. M. Dietrich, A. Thissen, H. Matsuno, K. Tanaka
Polym. J. 53(8), 907-912 (2021)
13. J.-H. Hong, M. Totani, D. Kawaguchi, N. L. Yamada, H. Matsuno, K. Tanaka
Poly[oligo(2-ethyl-2-oxazoline) methacrylate] as a Surface Modifier for Bioinertness
Polym. J. 53(5), 643-653 (2021)

工学研究院 化学工学部門

上平研究室

1. Calcium carbonate supplementation to chorioallantoic membranes improves hatchability in shell-less chick embryo culture
Yutaka Tahara, Katsuya Obara, Masamichi Kamihira
Journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 131, No. 3, pp. 314–319 (2021)
2. Development of a genetically modified hepatoma cell line with heat-inducible high liver function
Hiroyuki Kitano, Yuki Nagae, Yoshinori Kawabe, Akira Ito, Masamichi Kamihira
Cytotechnology, Vol. 73, No. 3, pp. 353–362 (2021)
3. Miniaturized skeletal muscle tissue fabrication for measuring contractile activity
Kantaro Yoshioka, Akira Ito, Md Arifuzzaman, Taichi Yoshigai, Fangming Fan, Kei-ichiro Sato, Kazunori Shimizu, Yoshinori Kawabe, Masamichi Kamihira
Journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 131, No. 4, pp. 434–441 (2021)
4. LINE-1 vectors mediate recombinant antibody gene transfer by retrotransposition in Chinese hamster ovary cells
Feiyang Zheng, Yoshinori Kawabe, Mai Murakami, Mamika Takahashi, Kyoka Nishihata, Souichiro Yoshida, Akira Ito, Masamichi Kamihira
Biotechnology Journal, Vol. 16, No. 7, 2000620 (2021)
5. Hypoxia-responsive expression of vascular endothelial growth factor for inducing angiogenesis in artificial three-dimensional tissues
Shinya Masumoto, Akihiko Ono, Akira Ito, Yoshinori Kawabe, Masamichi Kamihira
Journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 132, No. 4, pp. 399–407 (2021)

6. Novel transgenic *Chlamydomonas reinhardtii* strain with retargetable genomic transgene integration using Cre-*loxP* system
Guan Huang, Yoshinori Kawabe, Kazuki Shirakawa, Tatsuki Akiyama, Masamichi Kamihira
Journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 132, No. 5, pp. 469–478 (2021)
7. Contractile activity of myotubes derived from human induced pluripotent stem cells: a model of Duchenne muscular dystrophy
Kantaro Yoshioka, Akira Ito, Masanobu Horie, Kazushi Ikeda, Sho Kataoka, Keiichiro Sato, Taichi Yoshigai, Hidetoshi Sakurai, Akitsu Hotta, Yoshinori Kawabe, Masamichi Kamihira
Cells, Vol. 10, No. 10, 2556 (2021)

工学研究院 材料工学部門

田中研究室

1. Persistent Slip Observed in Tizrnbfhta: A Body-Centered High-Entropy Cubic Alloy
M. TANAKA, S. OKAJI, S. YAMASAKI, T. MORIKAWA
Scripta Materialia: Vol. 200, pp.113895 (2021)
2. Tensile Deformation of Si Single Crystals with Easy Glide Orientation
T. SUZUKI, M. TANAKA, T. MORIKAWA, J. FUJISE, T. ONO
Materials Transactions: Vol. 62, pp.975-981 (2021)
3. Brittle-to-Ductile Transition in Martensite - Bainite Steel
T. SAKAMAKI, M. TANAKA, T. MORIKAWA, H. NAKO, S. NANBA
ISIJ International: Vol. 61, pp.2167-2175 (2021)
4. Analysis of Work Hardening Behavior in Ferrite-Martensite Dual-PhaseSteels Using Micro Grid Method
T. MORIKAWA, S. YOSHIOKA, M. TANAKA, Y. TOJI, K. HASEGAWA
ISIJ International: Vol. 61, pp.625-631 (2021)
5. Effects of Temperature and Stress Ratio on Stage Ii Fatigue Crack Propagation in Bimodal Ti-6al-4v
B.R. ANNE, M. TANAKA, S. YAMASAKI, T. MORIKAWA
Materials Transactions: Vol. 62, pp.968-974 (2021)
6. A Crucial Review on Recent Updates of Oxidation Behavior in High Entropy Alloys

B.R. ANNE, S. SHAIK, M. TANAKA, A. BASU

SN Applied sciences: Vol. 3, pp.336 (2021)

先導物質化学研究所 ソフトマテリアル部門

田中賢研究室

1. Periodically Functionalized Linear Polyethylene with Tertiary Amino Groups via Regioselective Ring-Opening Metathesis Polymerization
T. Sonoda, S. Kobayashi, M. Tanaka
Macromolecules, 54(6), 2862–2872 (2021)
2. Chain End Effect for Intermediate Water Formation of Poly(2-methoxyethyl acrylate)
S. Nishimura, T. Ueda, D. Murakami, M. Tanaka
Organic Materials, 03(02), 214-220(2021)
3. Attachment and Growth of Fibroblast Cells on Poly(2-methoxyethyl acrylate) Analog Polymers as Coating Materials
R. Anjum, K. Nishida, H. Matsumoto, D. Murakami, S. Kobayashi, T. Anada, M. Tanaka
Coatings, 11(4), 461(2021)
4. Different Hydration States and Passive Tumor Targeting Ability of Polyethylene Glycol-modified Dendrimers with High and Low PEG density
A. Tsujimoto, H. Uehara, H. Yoshida, M. Nishio, K. Furuta, T. Inui, A. Matsumoto, S. Morita, M. Tanaka, C. Kojima
Materials Science & Engineering C, 126, 112159 (2021)
5. Poly(tertiary amide acrylate) (Co)polymers Inspired by Poly(2-oxazoline)s: Their Blood Compatibility and Hydration States
S. Liu, S. Kobayashi, T. Sonoda, M. Tanaka
Biomacromolecules, 22(6), 2718-2728 (2021)
6. Protein Stabilization Effect of Zwitterionic Osmolyte-bearing Polymer
R. Anjum, S. Nishimura, S. Kobayashi, K. Nishida, T. Anada, M. Tanaka
Chemistry Letters, 50(9), 1699-1702(2021)
7. Effect of Pendant Groups on the Blood Compatibility and Hydration States of Poly(2-oxazoline)s

- S. Liu, S. Kobayashi, S. Nishimura, T. Ueda, M. Tanaka
Journal of Polymer Science, 2559-2570 (2021)
8. Investigating the Intermediate Water Feature of Hydrated Titanium Containing Bioactive Glass
M. Mabrouk, H.H. Beherei, Y. Tanaka, M. Tanaka
Int. J. Mol. Sci., 22(15), 8038, (2021)
9. Effect of bound water content on cell adhesion strength to water-insoluble polymers
K. Nishida, T. Anada, S. Kobayashi, T. Ueda, M. Tanaka
Acta Biomaterialia, 134, 313-324(2021)
10. Effect of Amount of Hydrated Water and Mobility of Hydrated Poly(2-Methoxyethyl Acrylate) on Denaturation of Adsorbed Fibrinogen
T. Ueda, D. Murakami, M. Tanaka
Journal of Polymer Science, 59, 2763-2770 (2021)
11. Protein- and cell-resistance of zwitterionic peptide-based self-assembled monolayers: anti-biofouling tests and surface force analysis
R. Chang, E. Angelo Q. Mondarte, D. Palai, T. Sekine, A. Kashiwazaki, D. Murakami, M. Tanaka, T. Hayashi
Frontiers in Chemistry, 9, 748017 (2021)

先導物質化学研究所 物質基盤化学部門

佐藤研究室

1. Manipulating electron redistribution to achieve electronic pyroelectricity in molecular [FeCo] crystals
Pritam Sadhukhan, Shu-Qi Wu, Jeremy Ian Long, Takumi Nakanishi, Shinji Kanegawa, Kaige Gao, Kaoru Yamamoto, Hajime Okajima, Akira Sakamoto, Michael L. Baker, Thomas Kroll, Dimosthenis Sokaras, Atsushi Okazawa, Norimichi Kojima, Yoshihito Shiota, Kazunari Yoshizawa, Osamu Sato
Nat. Commun. 12, 4836 (2021)
2. Water-oriented magnetic anisotropy transition
Sheng-Qun Su, Shu-Qi Wu, Masato Hagihala, Ping Miao, Zhijian Tan, Shuki Torii, Takashi Kamiyama, Tongtong Xiao, Zhenxing Wang, Zhongwen Ouyang, Yuji Miyazaki, Motohiro

- Nakano, Takumi Nakanishi, Jun-Qiu Li, Shinji Kanegawa, Osamu Sato
Nat. Commun. 12, 2738 (2021)
3. Switching the magnetic hysteresis of an [Feii–NC–Wv]-based coordination polymer by photoinduced reversible spin crossover
Liang Zhao, Yin Shan Meng, Qiang Liu, Osamu Sato, Quan Shi, Hiroki Oshio, Tao Liu
Nat. Chem. 13, 698-704 (2021)
 4. Controlling dynamic magnetic properties of coordination clusters: Via switchable electronic configuration
Wei Huang, Xiao Ma, Osamu Sato, Dayu Wu
Chem Soc. Rev. 50, 6832-6870 (2021)
 5. Adjusting Rotational Behavior of Molecular Rotors by a Rational Tuning of Molecular Structure
Hui Miao Li, Gui Ming Zhong, Shuqi Wu, Osamu Sato, Xiao Yan Zheng, Zi Shuo Yao, Jun Tao
Inorg. Chem. 60, 8042–8048 (2021)
 6. Stepwise Dielectric Switching Occurs in Two Photo-Responsive Complexes Possessing Two-Dimensional Structures
Yu-Xia Li; Xiao-Lei Wang; Yue Li; Osamu Sato; Zi-Shuo Yao; Jun Tao
Inorg. Chem. 60, 380–386 (2021)
 7. A Molecular Crystal Shows Multiple Correlated Magnetic and Ferroelectric Switchings
Yun Li, Shu-Qi Wu, Jin-Peng Xue, Xiao-Lei Wang, Osamu Sato, Zi-Shuo Yao, Jun Tao
CCS. Chem. 3, 2464-2472 (2021).

先導物質化学研究所 分子集積化学部門

多次元分子配列研究室

1. Force-responsive ordered carbonaceous frameworks synthesized from Ni-porphyrin
Koki Chida, Takeharu Yoshii, Kazuma Takahashi, Masanori Yamamoto, Kazuya Kanamaru, Mao Ohwada, Varisara Deerattrakul, Jun Maruyama, Kazuhide Kamiya, Yuichiro Hayasaka, Masataka Inoue, Fumito Tani, Hiroto Nishihara
Chem. Commun., 57, 6007-6010, (2021)

システム情報科学研究所 電気システム工学部門

木須研究室

1. Diagnostic Method for Monitoring Core Position and Strand Failure in DC Superconducting Cable
Higashikawa Kohei, Kaneshige Tatsuhiro, Tokuyama Kohei, Imamura Kazutaka, Suzuki Kenji, Tomita Masaru, Kiss Takanobu
IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 31, Issue 5, 5400404
2. Characterization of Spatial Distribution of Local Critical Current Density in a Co-doped BaFe₂As₂ Film Based on Magnetic Microscopy
Wu Zeyu, Higashikawa Kohei, Imamura Kazutaka, Xu Zhongtang, Ma Yanwei, Kiss Takanobu
IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 31, Issue 5, 7300304
3. MgB₂ 超電導線材の高 J_c 化 —MgB₂ コアの充填率向上と不純物添加—
熊倉 浩明, 松本 明善, 西島 元, 東川 甲平, 木須 隆暢
低温工学 2021 年 56 巻 6 号 p. 317-326

理学研究院 物理学部門

固体電子物性研究室

1. Spin-orbit coupling suppression and singlet-state blocking of spin-triplet Cooper pairs
Sachio Komori, James M. Devine-Stoneman, Kohei Ohnishi, Guang Yang, Zhanna Devizorova, Sergey Mironov, Xavier Montiel, Linde A. B. Olde Olthof, Lesley F. Cohen, Hidekazu Kurebayashi, Mark G. Blamire, Alexandre I. Buzdin, and Jason W. A. Robinson
Sci. Adv. 7, eabe0128-1~6 (2021).
2. Significant suppression of galvanomagnetic signal under dynamical spin injection in CoFeB/Pt bilayer
Sora Obinata, Kohei Ohnishi, and Takashi Kimura
Appl. Phys. Lett. 118, 152401-1~4 (2021).
3. Relaxation process of spin-polarized quasiparticles in a superconducting Nb wire
T. Iwahori, K. Mizokami, R. Matsuda, K. Ohnishi, and T. Kimura
IEEE Trans. Magn. (in press).
4. Quantitative evaluation of heating effect on dynamical spin injection using CoFeB/Pt/CoFeB

trilayered film

S. Obinata, R. Iimori, K. Ohnishi, and T. Kimura

IEEE Trans. Magn. (in press).

5. Temperature profile of nanospintronic device analyzed by spin-dependent Seebeck effect
Kamruzzaman Md., Shaojie Hu, Kohei Ohnishi, and Takashi Kimura
Appl. Phys. Express 14, 073004-1~4 (2021).
6. Effective modulation of spin accumulation using a ferromagnetic/nonmagnetic bilayer spin channel
Taisei Ariki, Tatsuya Nomura, Kohei Ohnishi, and Takashi Kimura
J. Phys. D: Appl. Phys. 55, 095302-1~5 (2021).
7. Nonlinear power dependence of ferromagnetic resonance in NiFe/Pt/CoFeB trilayer
Minoru Yafuso, Keishi Miyazaki, Yusei Takayama, Sora Obinata, and Takashi Kimura
J. Phys.: Condens. Matter. 34, 045801-1~4 (2021).
8. The positive exchange bias property with hopping switching behavior in van der Waals magnet FeGeTe
Shaojie Hu, Xiaomin Cui, Zengji Yue, Pangpang Wang, Lei Guo, Kohei Ohnishi, Xiaolin Wang, and Takashi Kimura
2D Materials (accepted).

磁性物理学研究室

1. Evolution of lattice coherence in the intermediate-valence heavy-fermion compound EuNi_2P_2 studied by point contact spectroscopy
Masanobu Shiga, Isao Maruyama, Kengo Okimura, Takuro Harada, Takuya Takahashi, Akihiro Mitsuda, Hirofumi Wada, Yuji Inagaki and Tatsuya Kawae
Phys. Rev. B vol. **103** (2021) L041113 (6 pages).
2. Large magnetocaloric effect of Ge-doped $(\text{MnFeRu})_2(\text{PSi})$ above room temperature
Kei Soejima, Kensuke Otsubo, Takayuki Ohnishi, and Hirofumi Wada
J. Supercond. Nov. Magn. vol. **34** (2021) 2879-2884.
3. Ultrafast electron localization in the $\text{EuNi}_2(\text{Si}_{0.21}\text{Ge}_{0.79})_2$ correlated metal
Jose R. L. Mardegan, Serhane Zerdane, Giulia Mancini, Vincent Esposito, Jérémy R. Rouxel,

Roman Mankowsky, Cristian Svetina, Namrata Gurung, Sergii Parchenko, Michael Porer, Bulat Burganov, Yunpei Deng, Paul Beaud, Gerhard Ingold, Bill Pedrini, Christopher Arrell, Christian Erny, Andreas Dax, Henrik Lemke, Martin Decker, Nazaret Ortiz, Chris Milne, Grigory Smolentsev, Laura Maurel, Steven L. Johnson, Akihiro Mitsuda, Hirofumi Wada, Yuichi Yokoyama, Hiroki Wadati, and Urs Staub
Phys. Rev. Res. vol. 3 (2021) 033211 (12pages).

理学研究院 化学部門

錯体化学研究室

1. Catalysis of CO₂ reduction by diazapyridinophane complexes of Fe, Co, and Ni: CO₂ binding triggered by combined frontier MO associations involving a SOMO, Yuto Sakaguchi, Arnau Call, Kosei Yamauchi, and Ken Sakai, Dalton Trans., 2021, 50, 15983-15995
2. Earth-Abundant Photocatalytic CO₂ Reduction by Multielectron Chargeable Cobalt Porphyrin Catalysts:
High CO/H₂ Selectivity in Water Based on Phase Mismatch in Frontier MO Association, Xian Zhang, Kosei Yamauchi, and Ken Sakai, ACS Catal., 2021, 11, 10436-10449
3. Redox tuning in Pt(bpy)-viologen catalyst-acceptor dyads enabling photocatalytic hydrogen evolution
from water, Koichi Yatsuzuka, Kosei Yamauchi, and Ken Sakai, Chem. Commun., 2021, 57, 5183-5186.
4. Improving the Overall Performance of Photochemical H₂ Evolution Catalyzed by the Co NHC Complex
via the Redox Tuning of Electron Relays, Koichi Yatsuzuka, Kosei Yamauchi, Ken Kawano, Hironobu Ozawa, and Ken Sakai, Sustainable Energy Fuels, 2021, 5, 740-749.
5. Unexpected structure of enaminone Pd(II) complex in comparison with Cu(II) complex: Synthesis, characterization, DNA binding and antitumor activity, Hoda A. El-Ghamry, Kosei Yamauchi, Ken Sakai, and Thoraya A. Farghaly, Inorg. Chim. Acta, 2021, 516, 120117.

生物有機化学研究室

1. Synthetic Study of the C'D'E' Ring System of Maitotoxin via Furan Based Strategy.

Yuta Watanabe, Kohei Torikai, Yoko Yasuno, and Tohru Oishi
Heterocycles, 102, 2313-2318 (2021)

2. アンフィジノール3の全合成
梅野圭太郎, 大石 徹
有機合成化学協会誌, 79, 664-672 (2021).

寺寄研究室

1. Reaction of nitric oxide molecules on transition-metal-doped silver cluster cations: Size- and dopant-dependent reaction pathways
M. Arakawa, M. Horioka, K. Minamikawa, T. Kawano, and A. Terasaki
Phys. Chem. Chem. Phys. **23**, 22947 (2021)
2. Electron counting in cationic and anionic silver clusters doped with a 3d transition-metal atom: endo- vs. exohedral geometry
K. Minamikawa, S. Sarugaku, M. Arakawa, and A. Terasaki
Phys. Chem. Chem. Phys., in press

農学研究院 環境農学部門

森林圏環境資源科学研究室

1. Two new polyhydroxylated steroids from Egyptian soft coral *Heteroxenia fuscescens* (Fam.; Xeniidae)
Fahd M. Abdelkarem, Ezz-Eldin K. Desoky, Alaa M. Nafady, Ahmed E. Allam, Aldoushy Mahdy, Ahmed Ashour, Gamal A. Mohamed, Tomofumi Miyamoto, Kuniyoshi Shimizu
Natural Product Research, 35, pp.236-243, (2021)
2. *Lycium schweinfurthii*: new secondary metabolites and their cytotoxic activities
Ahmed Elbermawi, Ahmed F. Halim, El Sayed S. Mansour, Kadria F. Ahmad, Marwa Elsbaey, Ahmed Ashour, Yhiya Amen, Mohammed M. El-Gamil, Miyamoto Tomofumi, Kuniyoshi Shimizu
Natural Product Research, (2021)
3. Cytotoxicity effect of honey, bee pollen, and propolis from seven stingless bees in some cancer cell lines
Enos Tangke Arung, Rico Ramadhan, Binti Khairunnisa, Yhiya Amen, Masako Matsumoto, Maki Nagata, Irawan Wijaya Kusuma, Swandari Paramita, Sukemi, Yadi, Nataniel

Tandirogang, Naomichi Takemoto, Syafrizal, Yong ung Kim, Kuniyoshi Shimizu
Saudi Journal of Biological Sciences, 28, pp.7182-7189, (2021)

4. Analysis of Antioxidant and Antiallergic Active Components Extracted From the Edible Insect *Oxya yezoensis*
Masahiro Saiki, Naomichi Takemoto, Maki Nagata, Masako Matsumoto, Yhiya Amen, Dongmei Wang, Kuniyoshi Shimizu
Natural product communications, 16, pp.1-6, (2021)

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所

藤川研究室

1. Correction: A new strategy for membrane-based direct air capture.
Fujikawa, Shigenori; Selyanchyn, Roman; Kunitake, Toyoki.
Polym. J. (Tokyo, Jpn.)53 巻 1 号、219 頁、(2021.1)
2. Spray deposition of sulfonated cellulose nanofibers as electrolyte membranes in fuel cells
Bayer, Thomas; Cuning, Benjamin Vaughan; Smid, Bretislav; Selyanchyn, Roman;
Fujikawa, Shigenori; Sasaki, Kazunari; Lyth, Stephen Matthew
CELLULOSE、28 巻 3 号、1355-1367 頁、(2021.2)
3. "Artificial wood" lignocellulosic membranes: influence of kraft lignin on the properties and gas transport in tunicate-based nanocellulose composites.
Pylypchuk, Ievgen; Selyanchyn, Roman; Budnyak, Tetyana; Zhao, Yadong; Lindstroem, Mikael; Fujikawa, Shigenori; Sevastyanova, Olena.
Membranes (Basel, Switz.) 11 巻 3 号、204 頁 (2021.3)
4. Thermal and Gas Adsorption Properties of Troger's Base/Diaza-cyclooctane Hybrid Ladder Polymers.
Inoue, Keiki; Selyanchyn, Roman; Fujikawa, Shigenori; Ishiwari, Fumitaka; Fukushima, Takanori.
ChemNanoMat 7 巻 7 号、824-830 頁 (2021.4)
5. A new strategy for membrane-based direct air capture
Fujikawa, Shigenori; Selyanchyn, Roman; Kunitake, Toyoki
Polymer Journal 53 巻 1 号、111-119 頁 (2021.6)

6. Geological storage of CO₂-N₂-O₂ mixtures produced by membrane-based direct air capture (DAC)

Tsuji, Takeshi; Sorai, Masao; Shiga, Masashige; Fujikawa, Shigenori; Kunitake, Toyoki
Greenhouse Gases: Science and Technology. DOI : 10.1002/ghg.2099

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 物質変換科学ユニット
山内研究室

1. Adsorption States of N₂/H₂ Activated on Ru Nanoparticles Uncovered by Modulation-Excitation Infrared Spectroscopy and Density Functional Theory Calculations.
D. R. Rocabado, T. G. Noguchi, S. Hayashi, N. Maeda, M. Yamauchi, T. Ishimoto
ACS Nano., **15**(12), 20079-20086 (2021).
2. Bifunctional electrochemical properties of La_{0.8}Sr_{0.2}Co_{0.8}M_{0.2}O_{3-δ}(M=Ni, Fe, Mn, Cu): efficient elemental doping based on structural and pH-dependent study.
J. Cheng, P. Ganesan, Z. Wang, M. Zhang, G. Zhang, N. Maeda, J. Matsuda, M. Yamauchi, B. Chib, N. Nakashima
Mater. Adv., **3**, 272-281 (2022).
3. Inorganic Nanocatalysts for Hydrogenation Reactions Contributable to a Sustainable Material Supply.
M. Yamauchi
Chem. Lett., **50**, 1901-1908 (2021).
4. Support Effect of Metal-Organic Frameworks on Ethanol Production through Acetic Acid Hydrogenation.
S. Yoshimaru, M. Sadakiyo, N. Maeda, M. Yamauchi, K. Kato, J. Pirillo, Y. Hijikata
ACS Appl. Mater. Interfaces., **13**, 19992-20001 (2021).
5. Catalytic roles and synergetic effects of iron-group elements on monometals and alloys for electrochemical oxidation of ammonia.
S. Kitano, M. L. Ooi, T. Yamamoto, S. Matsumura, M. Yamauchi
Bull. Chem. Soc. Jpn., **94**, 1292-1299 (2021).
6. Selectivity Enhancement in Electrochemical Reduction of Oxalic Acid on Titanium Dioxide Nanoparticles Achieved by Shape and Energy-states Controls.
H. Eguchi, K. Kato, G. Juhasz, M. Yamauchi

Catal. Sci. Technol, **11**, 7592-7597 (2021).

医学研究院 臨床医学部門

臨床・腫瘍外科

1. New high-throughput screening detects compounds that suppress pancreatic stellate cell activation and attenuate pancreatic cancer growth.
Sagara A, Nakata K, Yamashita T, Guan W, Zhong P, Matsumoto S, Endo S, Iwamoto C, Shindo K, Ikenaga N, Moriyama T, Ohuchida K, Mizumoto K, Nakamura M.
Pancreatology. S1424-3903(21)00141-1, (2021)
2. Efficient pre-treatment for pancreatic cancer using chloroquine-loaded nanoparticles targeting pancreatic stellate cells.
Matsumoto S, Nakata K, Sagara A, Guan W, Ikenaga N, Ohuchida K, Nakamura M.
Oncol Lett. 22(2):633, (2021)
3. Repositioning of duloxetine to target pancreatic stellate cells.
Sagara A, Nakata K, Matsumoto S, Guan W, Shinkawa T, Iwamoto C, Ikenaga N, Ohuchida K, Nakamura M.
Oncol Lett. 22(4):744, (2021)
4. ERAP2 is a novel target involved in autophagy and activation of pancreatic stellate cells via UPR Signaling pathway.
Guan W, Nakata K, Sagara A, Iwamoto C, Endo S, Matsuda R, Matsumoto S, Ikenaga N, Shindo K, Moriyama T, Onishi H, Ohuchida K, Oda Y, Nakamura M.
Pancreatology. S1424-3903(21)00576-7, (2021)

歯学研究院 口腔常態制御学講座

分子口腔解剖学分野

1. Biliary atresia-specific deciduous pulp stem cells feature biliary deficiency.
Soichiro Sonoda, Koichiro Yoshimaru, Haruyoshi Yamaza, Ratih Yuniartha, Toshiharu Matsuura, Erika Yamauchi-Tomoda, Sara Murata, Kento Nishida, Yoshinao Oda, Shouichi Ohga, Tasturo Tajiri, Tomoaki Taguchi, Takayoshi Yamaza
Stem cell research & therapy 12(1) 582-582 (2021)
2. Modulation of osteoclastogenesis through adrenomedullin receptors on osteoclast precursors: initiation of differentiation by asymmetric cell division
Toshio Kukita, Hidenobu Hiura, Jiong-Yan Gu, Jing-Qi Zhang, Yukari Kyumoto-Nakamura,

Norihisa Uehara, Sara Murata, Soichiro Sonoda, Takayoshi Yamaza, Ichiro Takahashi, Akiko Kukita

Laboratory Investigation 101 1449-1457 (2021)

3. Targeting of deciduous tooth pulp stem cell-derived extracellular vesicles on telomerase-mediated stem cell niche and immune regulation in systemic lupus erythematosus
Soichiro Sonoda, Sara Murata, Hiroki Kato, Fouad Zakaria, Yukari Kyumoto-Nakamura, Norihisa Uehara, Haruyoshi Yamaza, Toshio Kukita, Takayoshi Yamaza
Journal of Immunology 206(12) 3053-3063 2021
4. Cholangiogenic potential of human deciduous pulp stem cell-converted hepatocyte-like cells
Ratih Yuniartha, Takayoshi Yamaza, Soichiro Sonoda, Koichiro Yoshimaru, Toshiharu Matsuura, Haruyoshi Yamaza, Yoshinao Oda, Shouichi Ohga, Tomoaki Taguchi
Stem Cell Research & Therapy 12(1) 2021
5. Impaired neurite development and mitochondrial dysfunction associated with calcium accumulation in dopaminergic neurons differentiated from the dental pulp stem cells of a patient with metatropic dysplasia.
Xiao Sun, Hiroki Kato, Hiroshi Sato, Michiko Torio, Xu Han, Yu Zhang, Yuta Hirofuji, Takahiro A Kato, Yasunari Sakai, Shouichi Ohga, Satoshi Fukumoto, Keiji Masuda
Biochemistry and biophysics reports 26 100968-100968 (2021)
6. In vitro and in vivo detection of tunneling nanotubes in normal and pathological osteoclastogenesis involving osteoclast fusion
Jing-Qi Zhang, Akira Takahashi, Jiong-Yan Gu, Xiaoxu Zhang, Yukari Kyumoto-Nakamura, Akiko Kukita, Norihisa Uehara, Hidenobu Hiura, Takayoshi Yamaza, and Toshio Kukita
Laboratory Investigation 101(12), 1571-1584 (2021)

生体防御医学研究所 細胞機能制御学部門

炎症制御学分野

1. The ubiquitin ligase HOIL-1L regulates immune responses by interacting with linear ubiquitin chains.
Gomez-Diaz C, Jonsson G, Schodl K, Deszcz L, Besthorn A, Eismayr K, Almagro J, Kavirayani A, Seida M, Fennell LM, Hagelkruys A, Kovarik P, Penninger JM, Ikeda F.
iScience 2021 Oct 8;24(11):103241. eCollection 2021 Nov 19.

2. The linear ubiquitin chain assembly complex LUBAC generates heterotypic ubiquitin chains. Rodriguez Carvajal A, Grishkovskaya I, Gomez Diaz C, Vogel A, Sonn-Segev A, Kushwah MS, Schodl K, Deszcz L, Orban-Nemeth Z, Sakamoto S, Mechtler K, Kukura P, Clausen T, Haselbach D, Ikeda F. *eLife*. 2021 Jun 18;10:e60660.
3. Guidelines for the use and interpretation of assays for monitoring autophagy (4th edition). Klionsky DJ et al. *Autophagy*. 2021 Jan;17(1):1-382.

生体防御医学研究所 トランスクリプトミクス分野

大川研究室

1. Modeling population size independent tissue epigenomes by ChIL-seq with single thin sections. Kazumitsu Maehara, Kosuke Tomimatsu, Akihito Harada, Kaori Tanaka, Shoko Sato, Megumi Fukuoka, Seiji Okada, Tetsuya Handa, Hitoshi Kurumizaka, Noriko Saitoh, Hiroshi Kimura, and Yasuyuki Ohkawa*. *Mol Syst Biol* 17(11):e10323. (2021)
2. Genome-wide analysis of chromatin structure changes upon MyoD binding in proliferative myoblasts during the cell cycle. Qianmei Wu, Takeru Fujii, Akihito Harada, Kosuke Tomimatsu, Atsuko Miyawaki-Kuwakado, Masatoshi Fujita, Kazumitsu Maehara, Yasuyuki Ohkawa. *J Biochem* 169(6):653-661. (2021)
3. Integrated Analysis of Transcriptome and Histone Modifications in Granulosa Cells During Ovulation in Female Mice. Yuichiro Shirafuta, Isao Tamura, Yasuyuki Ohkawa, Ryo Maekawa, Yumiko Doi-Tanaka, Haruka Takagi, Yumiko Mihara, Masahiro Shinagawa, Toshiaki Taketani, Shun Sato, Hiroshi Tamura, Norihiro Sugino. *Endocrinology* 162(9):bqab128. (2021)
4. An extensive and dynamic trans-omic network illustrating prominent regulatory mechanisms in response to insulin in the liver. Fumiko Matsuzaki, Shinsuke Uda, Yukiyo Yamauchi, Masaki Matsumoto, Tomoyoshi Soga,

- Kazumitsu Maehara, Yasuyuki Ohkawa, Keiichi I Nakayama, Shinya Kuroda, Hiroyuki Kubota.
Cell Rep. 36(8):109569. (2021)
5. High-depth spatial transcriptome analysis by photo-isolation chemistry.
†Mizuki Honda, Shinya †Oki, Ryuichi Kimura, Akihito Harada, Kazumitsu Maehara, Kaori Tanaka, Chikara Meno, Yasuyuki Ohkawa.
Nat Commun. 12(1):4416. (2021)
 6. Hoxa10 mediates positional memory to govern stem cell function in adult skeletal muscle.
Kiyoshi Yoshioka, Hiroshi Nagahisa, Fumihito Miura, Hiromitsu Araki, Yasutomi Kamei, Yasuo Kitajima, Daiki Seko, Jumpei Nogami, Yoshifumi Tsuchiya, Narihiro Okazaki, Akihiko Yonekura, Seigo Ohba, Yoshinori Sumita, Ko Chiba, Kosei Ito, Izumi Asahina, Yoshihiro Ogawa, Takashi Ito, Yasuyuki Ohkawa, Yusuke Ono.
Sci Adv. 7(24):eabd7924. (2021)
 7. Totipotency of mouse zygotes extends to single blastomeres of embryos at the four-cell stage.
Marino Maemura, Hiroaki Taketsuru, Yuki Nakajima, Ruiqi Shao, Ayaka Kakihara, Jumpei Nogami, Yasuyuki Ohkawa, Yu-Ichi Tsukada.
Sci Rep. 11(1):11167. (2021)
 8. Transcriptome analysis of gene expression changes upon enzymatic dissociation in skeletal myoblasts.
Atsuko Miyawaki-Kuwakado, Qianmei Wu, Akihito Harada, Kosuke Tomimatsu, Takeru Fujii, Kazumitsu Maehara, Yasuyuki Ohkawa.
Genes Cells. 26(7):530-540. (2021)
 9. Chromatin structure-dependent histone incorporation revealed by a genome-wide deposition assay.
Hiroaki Tachiwana, Mariko Dacher, Kazumitsu Maehara, Akihito Harada, Yosuke Seto, Ryohei Katayama, Yasuyuki Ohkawa, Hiroshi Kimura, Hitoshi Kurumizaka, Noriko Saitoh.
Elife 10:e66290. (2021)
 10. Targeted inhibition of EPAS1-driven IL-31 production by a small-molecule compound.
Yasuhisa Kamikaseda, Takehito Uruno, Kazufumi Kunimura, Akihito Harada, Kuniko Saiki,

Kounosuke Oisaki, Daiji Sakata, Takeshi Nakahara, Makiko Kido-Nakahara, Motomu Kanai, Seiji Nakamura, Yasuyuki Ohkawa, Masutaka Furue, Yoshinori Fukui.

J Allergy Clin Immunol, 148(2):633-638. (2021)

11. H4K20me1 and H3K27me3 are concurrently loaded onto the inactive X chromosome but dispensable for inducing gene silencing.

Sjoerd J D Tjalsma, Mayako Hori, Yuko Sato, Aurelie Bousard, Akito Ohi, Ana Cláudia Raposo, Julia Roensch, Agnes Le Saux, Jumpei Nogami, Kazumitsu Maehara, Tomoya Kujirai, Tetsuya Handa, Sandra Bagés-Arnal, Yasuyuki Ohkawa, Hitoshi Kurumizaka, Simão Teixeira da Rocha, Jan J Żylicz, Hiroshi Kimura, Edith Heard.

EMBO Rep. 22(3):e51989. (2021)

12. Transcription factor C/EBP β induces genome-wide H3K27ac and upregulates gene expression during decidualization of human endometrial stromal cells.

Isao Tamura, Ryo Maekawa, Kosuke Jozaki, Yasuyuki Ohkawa, Haruka Takagi, Yumiko Doi-Tanaka, Yuichiro Shirafuta, Yumiko Mihara, Toshiaki Taketani, Shun Sato, Hiroshi Tamura, Norihiro Sugino.

Mol Cell Endocrinol 520:111085. (2021)

13. Gene expression and functional abnormalities in XX/Sry Leydig cells.

Shogo Yanai, Takashi Baba, Kai Inui, Kanako Miyabayashi, Soyun Han, Miki Inoue, Fumiya Takahashi, Yoshiakira Kanai, Yasuyuki Ohkawa, Man Ho Choi, Ken-Ichirou Morohashi.

Sci Rep. 11(1):719. (2021)

生体防御医学研究所 分子機能制御学部門

構造生物学研究室

1. The benzylisoquinoline alkaloids, berberine and coptisine, act against camptothecin-resistant topoisomerase I mutants.

noue N, Terabayashi T, Takiguchi-Kawashima Y, Fujinami D, Matsuoka S, Kawano M, Tanaka K, Tsumura H, Ishizaki T, Narahara H, Kohda D, Nishida Y, Hanada K.

Sci Rep. 11(1):7718 (2021).

2. The structure of an archaeal oligosaccharyltransferase provides insight into the strict exclusion of proline from the N-glycosylation sequon.

Taguchi Y, Yamasaki T, Ishikawa M, Kawasaki Y, Yukimura R, Mitani M, Hirata K, Kohda D.

Commun Biol. 4(1):941 (2021)

3. Fujinami D, Hayashi S, Kohda D. Residue-Specific Kinetic Insights into the Transition State in Slow Polypeptide Topological Isomerization by NMR Exchange Spectroscopy. Fujinami D, Hayashi S, Kohda D. *J Phys Chem Lett.* 12(43):10551-10557 (2021).

先端医療オープンイノベーションセンター

先端医工プロジェクト部門

1. Identification of Activated Protein Kinase $C\alpha$ (PKC α) in the Urine of Orthotopic Bladder Cancer Xenograft Model as a Potential Biomarker for the Diagnosis of Bladder Cancer
Takahito Kawano, Yoko Tachibana, Junichi Inokuchi, Jeong-Hun Kang, Masaharu Murata and Masatoshi Eto
Int. J. Mol. Sci., 22, 9276-9284 (2021)
2. Protective and healing effects of apoptotic mimic-induced M2-like macrophage polarization on pressure ulcers in young and middle-aged mice
Riki Toita, Eiko Shimizu, Masaharu Murata, Jeong-Hun Kang
Journal of Controlled Release, **330**, 705-714 (2021)
3. Development of 20 cm sample bore size dynamic nuclear polarization (DNP)-MRI at 16 mT and redox metabolic imaging of acute hepatitis rat model
Hinako Eto, Tatuya Naganuma, Motonao Nakao, Masaharu Murata, Abdelazim Elsayed Elhelaly, Yoshifumi Noda, Hiroki Kato, Masayuki Matsuo, Tomohiko Akahoshi, Makoto Hashizume, Fuminori Hyodo
Free Radical Biology & Medicine, 169, 149-157(2021)
4. Protein nanoparticles modified with PDGF-B as a novel therapy after acute cerebral infarction
Soh Takagishi, Koichi Arimura, Masaharu Murata, Katsuma Iwaki, Tomohiro Okuda, Keisuke Ido, Ataru Nishimura, Sayoko Narahara, Takahito Kawano, Koji Iihara
eNeuro, 8, 0098-21(2021)
5. Hyperperfusion Syndrome after Superficial Temporal Artery-Middle Cerebral Artery Anastomosis in Patients with Moyamoya Disease cerebrovascular diseases
Katsuma Iwaki, Soh Takagishi, Koichi Arimura, Masaharu Murata, Toru Chiba, Ataru Nishimura, Nice Ren, Koji Iihara
Cerebrovascular Diseases, 50, 208-215 (2021)

	所 属	職 名	氏 名
低温センター長	理学研究院	教 授	木村 崇
副低温センター長	システム情報科学研究院	教 授	木須 隆暢
複担委員	理学研究院	教 授	和田 裕文
複担委員	理学研究院	准教授	光田 暁弘
複担委員	工学研究院	准教授	河江 達也
	理学研究院	教 授	大場 正昭
	工学研究院	准教授	白木 智文
	システム情報科学研究院	教 授	岩熊 成卓
	農学研究院	教 授	堤 祐司
	生体防御医学研究所	准教授	柳谷 耕太
	先導物質化学研究所	准教授	奥村 泰志
	環境安全衛生推進室	教 授	吉田 茂
	理学部等事務部	事務部長	松尾 純
	工学部等事務部	事務部長	住田 憲紀

投
稿
募
集

低温センターでは、「センターだより」への投稿あるいは記事を希望される執筆者（自薦・他薦）を歓迎しております。研究に関するものに限らず、一般的に役立つような実験技術、情報等もお寄せください。

- (1) 研究ノート 最近の研究に関する報告、話題の紹介、新しい試みなど。
- (2) 技術ノート 技術面からの話題の紹介、知っておいたら役に立ちそうな事柄など。
- (3) その他 学外機関への出張体験、安全対策など。

投稿、推薦したい場合は、以下の内容をご連絡ください。

○ 題目・執筆者・所属・連絡先・メールアドレス・アブストラクト

皆様からの気軽なご連絡をお待ちしております。

問
合
せ

●低温センター伊都キャンパス

○住所

〒 819-0395
福岡市西区元岡744

○TEL/FAX

092-802-3940

○メールアドレス

negishi.nao.597@m.kyushu-u.ac.jp

●低温センター病院キャンパス

○住所

〒 812-8582
福岡市東区馬出3-1-1

○TEL

092-642-4557 (9:30-16:30)

○メールアドレス

onishi.katsu.538@m.kyushu-u.ac.jp

伊都キャンパス



病院キャンパス



九州大学 低温センター
センターだより No.16
2022年 3月 発行

発行者：九州大学 低温センター (Tel/Fax (092)802-3940)
編集責任者：木村 崇
編集者：根岸 直央