

刘浩男 *Liu Haonan*

Assistant Profreesor, Institute of Science Tokyo

East Bldg. 2 (E4-5), 2-12-1 Ookayama, Meguro, Tokyo 152-8552, Japan

Mail: ryu.haonan@gmail.com LinkedIn: www.linkedin.com/in/ryu-haonan

HP: www.h-ryu.com (EN) Lab HP: www.ando-cap.mac.titech.ac.jp (JP)

简介

1994 年出生于山西省太原市，现居日本横滨市。日本东京科学大学助理教授。2016 年毕业于浙江大学，获得学士学位（导师：潘鹏举教授）。随后，于 2019 年和 2022 年分别在东京工业大学获得工学硕士学位（导师：Takanori Fukushima 教授）和工学博士学位（导师：Ken Nakajima 教授）。完成一年博士后研究后，于 2023 年加入同大学（2024 年 10 月更名为东京科学大学），并在 Shinji Ando 教授课题组担任助理教授。其研究兴趣主要集中于高分子材料的精密解析，曾从事以下研究工作：原子力显微镜原位分析手法的开发；利用原子力显微镜与有限元分析法探讨热可塑性弹性体的纳米力学特性；聚酰亚胺在超高压条件下的聚集态和光学特性。目前的研究重点是聚酰亚胺在 5G/6G 等高频通讯场景下的介电特性解析以及低介电聚酰亚胺材料的开发。

工作经历

- **東京科学大学** *Institute of Science Tokyo, Japan* (大学名称变更) 2024 年 10 月至今
物質理工学院 *School of Materials and Chemical Technology* | 助理教授 *Assistant Professor*
- **東京工業大学** *Tokyo Institute of Technology, Japan* 2023 年 4 月–2024 年 10 月
物質理工学院 *School of Materials and Chemical Technology* | 助理教授 *Assistant Professor*
- **東京工業大学** *Tokyo Institute of Technology, Japan* 2022 年 4 月–2023 年 3 月
物質理工学院 *School of Materials and Chemical Technology* | 博士研究生 *Postdoctoral Fellow*

教育背景

- **東京工業大学** *Tokyo Institute of Technology, Japan* 2017 年 4 月–2022 年 3 月
応用化学系 *Department of Chemical Science and Engineering* | 博士（工学） *Ph.D. (Eng.)*
- **浙江大学** *Zhejiang University, China* 2012 年 9 月–2016 年 6 月
化学工程与工艺 *Chemical Engineering and Technology* | 工学学士 *Bachelor of Engineering*

发表论文

- **Nanomechanical Mapping of Green and Vulcanized Natural Rubber Latex Film by AFM Peak-Force QNM: Impact of Proteins and Lipids Contents on Film Quality**
Narueporn Payungwong, [Haonan Liu](#), Jinrong Wu, Ken Nakajima, Chee Cheong Ho, Jitladda Sakdapipanich
Polymer **2024**; DOI: [10.1016/j.polymer.2024.127944](https://doi.org/10.1016/j.polymer.2024.127944).
- **Tracking the Evolution of the Morphology and Stress Distribution of SIS Thermoplastic Elastomers under Tension using Atomic Force Microscopy**
Ling Gao, [Haonan Liu](#), Xiaobin Liang, Makiko Ito, Ken Nakajima
Science and Technology of Advanced Materials **2024**, 25, 2402685; DOI: [10.1080/14686996.2024.2402685](https://doi.org/10.1080/14686996.2024.2402685).

- * **Pressure-Induced Enhancement of Room-Temperature Phosphorescence in Heavy Halogen-Containing Imide and Polyimide**
Haonan Liu, Ryuichi Isoda, Marina Doi, Koichiro Muto, and Shinji Ando
The Journal of Physical Chemistry B **2024**, *128*, 7690; DOI: [10.1021/acs.jpccb.4c03946](https://doi.org/10.1021/acs.jpccb.4c03946).
- * **Frequency-Dependent Dielectric Properties of Aromatic Polyimides in the 25-330 GHz Range**
Haonan Liu, Ririka Sawada, Shana Yanagimoto, Yoshiyuki Yanagimoto, and Shinji Ando
Applied Physics Letters **2024**, *124*, 232903; DOI: [10.1063/5.0205692](https://doi.org/10.1063/5.0205692).
- **Thermal, Optical, and Dielectric Properties of Bio-based Polyimides Derived from an Isosorbide-containing Dianhydride and Diamines with Long Alkyl Chains**
Ririka Sawada, Kazuhisa Yajima, Atsuhide Takao, Haonan Liu, and Shinji Ando
Journal of Photopolymer Science and Technology **2024**, *37*, 507; DOI: [10.2494/photopolymer.37.507](https://doi.org/10.2494/photopolymer.37.507).
- **Simultaneous Visualization of Microscopic Conductivity and Deformation in Conductive Elastomers**
Xiaobin Liang, Haonan Liu, So Fujinami, Makiko Ito, and Ken Nakajima
ACS Nano **2024**, *18*, 3438; DOI: [10.1021/acsnano.3c10584](https://doi.org/10.1021/acsnano.3c10584).
- **In Situ Nanostress Visualization Method to Reveal the Micromechanical Mechanism of Nanocomposites by Atomic Force Microscopy**
Xiaobin Liang, Takashi Kojima, Makiko Ito, Naoya Amino, Haonan Liu, Masataka Koishi, and Ken Nakajima
ACS Applied Materials & Interfaces **2023**, *15*, 12414; DOI: [10.1021/acsaami.2c22971](https://doi.org/10.1021/acsaami.2c22971).
- **Overcoming the Entropy of Polymer Chains by Making a Plane with Terminal Groups: A Thermoplastic PDMS with a Long-Range 1D Structural Order**
Yugen Chen, Fumitaka Ishiwari, Tomoya Fukui, Takashi Kajitani, Haonan Liu, Xiaobin Liang, Ken Nakajima, Masatoshi Tokita, and Takanori Fukushima
Chemical Science **2023**, *14*, 2431; DOI: [10.1039/D2SC05491D](https://doi.org/10.1039/D2SC05491D).
- **Direct Visualization of Stretch-Induced Phase Separation in Methoxy Silyl-Terminated Polypropylene Oxide/Epoxy Resin-Type Polymer Alloys via AFM Nanomechanics: A Toughening Mechanism**
Xiaobin Liang, Kiyoshi Miyafuji, Koki Hara, Kaede Mogi, Rina Nishida, Haonan Liu, and Ken Nakajima
Polymer **2022**, *259*, 125343; DOI: [10.1016/j.polymer.2022.125343](https://doi.org/10.1016/j.polymer.2022.125343).
- * **Nanoscale Strain-Stress Mapping for a Thermoplastic Elastomer Revealed Using a Combination of In-Situ AFM Nanomechanics and Delaunay Triangulation**
Haonan Liu, Xiaobin Liang, and Ken Nakajima
Journal of Polymer Science **2022**, *60*, 3134; DOI: [10.1002/pol.20220345](https://doi.org/10.1002/pol.20220345).
- **Direct Visualization of Interfacial Regions between Fillers and Matrix in Rubber Composites Observed by Atomic Force Microscopy-Based Nanomechanics Assisted by Electron Tomography**
Makiko Ito, Haonan Liu, Akemi Kumagai, Xiaobin Liang, Ken Nakajima, and Hiroshi Jinnai
Langmuir **2022**, *38*, 777; DOI: [10.1021/acs.langmuir.1c02788](https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.1c02788).
- **熱可塑性エラストマーにおける動的ネットワークのトポロジー制御**
中嶋 健・劉 浩男・梁 曉斌
ポリマー TECH **2022**, *13*, 26.
- * **Direct Visualization of a Strain-induced Dynamic Stress Network in a SEBS Thermoplastic Elastomer with In Situ AFM Nanomechanics**
Haonan Liu, Xiaobin Liang, and Ken Nakajima
Japanese Journal of Applied Physics **2020**, *59*, SN1013; DOI: [10.35848/1347-4065/ab948a](https://doi.org/10.35848/1347-4065/ab948a).

- **Programmable Reversible Shape Transformation of Hydrogels Based on Transient Structural Anisotropy**

Kangkang Liu, Yue Zhang, Heqing Cao, [Haonan Liu](#), Yuhui Geng, Wenhua Yuan, Jian Zhou, Zi Liang Wu, Guorong Shan, Yongzhong Bao, Qian Zhao, Tao Xie, and Pengju Pan
Advanced Materials **2020**, 32, 2001693; DOI: [10.1002/adma.202001693](https://doi.org/10.1002/adma.202001693).

参加会議

- **含硫黄ポリイミドの高周波（20 GHz）誘電物性**

津留崎 義元・澤田 梨々花・劉 浩男・安藤 慎治
2024 年繊維学会秋季研究発表会, 9 月 28 日-29 日, 京都テルサ

- **Enhancing optical and dielectric properties of isosorbide-based polyimides by introducing low-Mw PEG**

Yoshiyuki Tsurusaki, Ririka Sawada, [Haonan Liu](#), Shinji Ando
International Symposium on Fiber Science and Technology 2024 (ISF-2024), 25-29 Nov., Kyoto Terrsa, Kyoto, France

- **Correlation Analysis of the Structure and Dielectric Properties of Polyimides in the Millimeter Wave Band (30 300 GHz)**

[Haonan Liu](#), Ririka Sawada, Shana Yanagimoto, Yoshiyuki Yanagimoto, Shinji Ando
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **分子動力学シミュレーションを用いたポリイミドの分子構造と高周波誘電特性の相関解析**

細谷 亮平・劉 浩男・澤田 梨々花・安藤 慎治・古屋 秀峰
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **励起状態プロトン移動性の長波長蛍光を示すチオール基含有イミド化合物の分子設計と光学特性**

安藤 悠花・土井 真里奈・田淵 敦子・劉 浩男・安藤 慎治
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **種々の非晶性高分子母材中に分散させた二重発光性イミド化合物の光学特性の解析**

渡部 梨花・土井 真里奈・劉 浩男・安藤 慎治
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **励起状態プロトン移動蛍光を示すチオール基含有クラック型ナフタルイミド化合物の合成と光学特性**

福田 夏櫻・安藤 悠花・土井 真里奈・劉 浩男・安藤 慎治
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **バイオベースポリイミドへの低分子量 PEG 添加による光学・誘電特性の改善効果**

津留崎 義元・澤田 梨々花・劉 浩男・安藤 慎治
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **赤外分光分析を用いた吸湿の定量化と吸着挙動解析によるポリイミドの GHz 帯誘電物性における吸湿量依存性の機構解明**

澤田 梨々花・劉 浩男・安藤 慎治
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **発光性ポリイミドにおける紫外光照射誘起遅延発光の発現と機構解明**

土井 真里奈・劉 浩男・安藤 慎治
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **Pressure-induced Conformational Changes and Photophysical Properties of Thianthrene-Containing Imide Compounds and Polyimides**

Liangkang Yu, Hiroka Yamamatsu, Ryuichi Isoda, [Haonan Liu](#), Shinji Ando
第 73 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 新潟大学五十嵐キャンパス

- **Dielectric Properties of Various Polyimides in the mmWave Range**
Haonan Liu, Ririka Sawada, Shana Yanagimoto, Yoshiyuki Yanagimoto, Shinji Ando
Polycondensation 2024, 15–18 Sept., Hotel Mercure Lyon Centre Charpennes, Lyon, France
- **Polarization Analysis and Humidity Dependence of Dielectric Properties of Aromatic/Semi-Aromatic Polyimides at 10 GHz**
Ririka Sawada, Haonan Liu, Shinji Ando
Polycondensation 2024, 15–18 Sept., Hotel Mercure Lyon Centre Charpennes, Lyon, France
- **Optical Properties of Thiol-Containing Imide Compound via Excited State Intramolecular Proton Transfer**
Yuka Ando, Marina Doi, Atsuko Tabuchi, Haonan Liu, Shinji Ando
Polycondensation 2024, 15–18 Sept., Hotel Mercure Lyon Centre Charpennes, Lyon, France
- **Photophysical Mechanism of Prolonged Irradiation-induced Delayed Luminescence Observed for Luminescent Polyimides**
Marina Doi, Haonan Liu, Shinji Ando
2024 年光化学討論会, 9 月 3 日–5 日, 九州大学伊都キャンパス
- **Precise Polarization Analysis and Humidity Dependence of Dielectric Properties of Polyimides for 5G/6G Wireless Applications**
Shinji Ando, Ririka Sawada, Haonan Liu
14th China-Japan ABC Symposium, 24–25 Aug., Fuzhou, China
- **Diffusion Behavior of Gas Molecules Monitored by the Phosphorescence Processes of Imide Compound Dispersed in Polymer Matrix at Lower Temperatures**
Marina Doi, Haonan Liu, Shinji Ando
International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy (IPS-24), International Conference on Artificial Photosynthesis-2024 (IPS-24 / ICARP2024), 28 July –2 Aug., International Conference Center Hiroshima, Hiroshima, Japan
- **高周波域 (10, 25~330 GHz) における芳香族ポリイミドの誘電特性**
安藤 慎治・澤田 梨々花・劉 浩男
高分子学会フォトニクスポリマー研究会, 6 月 26 日, 慶應義塾大学日吉キャンパス
- **Thermal, Optical, and Dielectric Properties of Bio-based Polyimides derived from an Isosorbide-containing Dianhydride and Diamines with Long Alkylchains**
Ririka Sawada, Kazuhisa Yajima, Atsuhide Takao, Haonan Liu, Shinji Ando
The 42nd International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST-41), 25–28 June, Makuhari Messe, Chiba, Japan
- **Dielectric Dispersion of Polyimides in the Millimeter Wave Frequency (25–330 GHz) Range**
Haonan Liu, Ririka Sawada, Shana Yanagimoto, Yoshiyuki Yanagimoto, Shinji Ando
2024 International Polyimide Conference (IPIC2024), 18–21 June, Liaoning International Hotel, Beijing, China
- **Anisotropic Polarization Analysis and Humidity Dependence of Dielectric Properties of Polyimides for 5G/6G Wireless Applications**
Shinji Ando, Ririka Sawada, Haonan Liu
2024 International Polyimide Conference (IPIC2024), 18–21 June, Liaoning International Hotel, Beijing, China
- **Photophysical Properties of Thianthrene-Containing Imide Compounds and Polyimides under High Pressure up to 8 GPa**
Liangkang Yu, Hiroka Yamamatsu, Ryuichi Isoda, Haonan Liu, Shinji Ando
2024 International Polyimide Conference (IPIC2024), 18–21 June, Liaoning International Hotel, Beijing, China

- **Detection of Local Relaxation Motion of Amorphous Polymers using Phosphorescence Properties of Imide Compounds**
 Rika Watanabe, Marina Doi, [Haonan Liu](#), Shinji Ando
 2024 International Polyimide Conference (IPIC2024), 18–21 June, Liaoning International Hotel, Beijing, China
- **イミド化合物分散薄膜における低温域での気体分子の拡散挙動と熾光発光過程**
 土井 真里奈・[劉 浩男](#)・安藤 慎治
 第 45 回光化学若手の会, 6 月 14 日–16 日, 伊豆山研修センター
- **チオール基含有化合物へのイミド基導入による励起状態分子内プロトン移動特性変化**
 安藤 悠花・土井 真里奈・田淵 敦子・[劉 浩男](#)・安藤 慎治
 第 45 回光化学若手の会, 6 月 14 日–16 日, 伊豆山研修センター
- **Correlation between the Molecular Structures and Frequency-Dependent Dielectric Properties of Aromatic Polyimides in the 25–330 GHz Range**
[Haonan Liu](#), Ririka Sawada, Shana Yanagimoto, Yoshiyuki Yanagimoto, Shinji Ando
 第 73 回高分子学会年次大会, 6 月 5 日–7 日, 仙台国際センター
- **バイオベースポリイミド群における GHz 帯誘電物性の湿度依存性と赤外分光分析を用いた吸湿性の定量評価**
 澤田 梨々花・[劉 浩男](#)・安藤 慎治
 第 73 回高分子学会年次大会, 6 月 5 日–7 日, 仙台国際センター
- **イソソルビド骨格を有するバイオベースポリイミドの諸物性への PEG 添加効果**
 津留崎 義元・澤田 梨々花・[劉 浩男](#)・安藤 慎治
 第 73 回高分子学会年次大会, 6 月 5 日–7 日, 仙台国際センター
- **Correlation between the Photophysical Properties and Structural Changes of Thianthrene-Containing Imide Compound and Polyimide Generated by High Pressure**
 Liangkang Yu, Hiroka Yamamatsu, Ryuichi Isoda, [Haonan Liu](#), Shinji Ando
 第 73 回高分子学会年次大会, 6 月 5 日–7 日, 仙台国際センター
- **25–330 GHz における各種ポリイミドの誘電分散と双極子・電子分極との関係**
[劉 浩男](#)・澤田 梨々花・柳本 舎那・柳本 吉之・安藤 慎治
 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 3 月 22 日–25 日, 東京都市大学世田谷キャンパス
- **Multi-colored Fluorescence Properties of Thiol-Containing Imide Compounds via Excited State Intramolecular Proton Transfer**
 Yuka Ando, Marina Doi, Atsuko Tabuchi, [Haonan Liu](#), and Shinji Ando
 6th G'Lowing Polymer Symposium in KANTO (GPS-K 2023), 25 Nov., Online
- **励起状態分子内プロトン移動を介したチオール基含有イミド化合物の多色発光特性**
 安藤 悠花・土井 真里奈・田淵 敦子・[劉 浩男](#)・安藤 慎治
 第 31 回日本ポリイミド・芳香族系高分子会議, 11 月 18 日, 東京工業大学大岡山キャンパス
- **Changes in Stereo-structures and Optical Properties of Thianthrene-containing Imide and Polyimide Induced by Photoexcitation and High Pressure**
[Haonan Liu](#), Hiroka Yamamatsu, Ryuichi Isoda, Megumi Matsuda, Naoki Matsuda, Tomoya Higashihara, and Shinji Ando
 第 72 回高分子討論会, 9 月 26 日–28 日, 香川大学幸町キャンパス
- **スチレン系熱可塑性エラストマーの AFM ナノメカニクス: 射出成形と圧縮成形の比較**
 伊藤 万喜子・[劉 浩男](#)・梁 曉斌・中嶋 健
 第 72 回高分子討論会, 9 月 26 日–28 日, 香川大学幸町キャンパス

- **励起状態分子内プロトン移動を介したチオール基含有イミド化合物の発光挙動の解明**
 安藤 悠花・土井 真里奈・田淵 敦子・劉 浩男・安藤 慎治
 2023 年光化学討論会, 9 月 5 日-7 日, 広島国際会議場
- **AFM Nanomechanics of Injection Molded Styrenic Thermoplastic Elastomers**
 Makiko Ito, Airi Sato, [Haonan Liu](#), Xiaobin Liang, and Ken Nakajima
The 13th SPSJ International Polymer Conference (IPC2023), 18-21 July, Sapporo Convention Center, Hokkaido, Japan
- **AFM elucidates nanomechanical mapping of NR film containing various non-rubber**
 Narueporn Payungwong, [Haonan Liu](#), Xiaobin Liang, Ken Nakajima, and Jitladda Sakdapipanich
 日本ゴム協会 2023 年年次大会, 5 月 30 日-31 日, 兵庫県民会館
- **AFM-Based Nanomechanics on Thermoplastic Elastomer**
 Ken Nakajima, [Haonan Liu](#), and Xiaobin Liang
The 22nd International Vacuum Congress (IVC-22), 11-16 Sept., Sapporo Convention Center, Hokkaido, Japan
- **熱可塑性エラストマーブレンドの AFM ナノメカニクスの研究**
 伊藤 万喜子・佐藤 愛理・劉 浩男・梁 曉斌・中嶋 健・細谷 亮平・森田 裕史
 第 71 回高分子討論会, 9 月 5 日-7 日, 北海道大学札幌キャンパス
- **ナノ触診原子間力顕微鏡と電子線トモグラフィーによるゴム複合材料のフィラーマトリックス界面領域の直接可視化**
 伊藤 万喜子・劉 浩男・熊谷 明美・梁 曉斌・中嶋 健・陣内 浩司
 日本ゴム協会 2022 年年次大会, 5 月 30 日-31 日, オンライン
- **Local Strain-Stress Evolution of Polymeric Materials Revealed by In-Situ AFM Nanomechanical Mapping**
[Haonan Liu](#), Xiaobin Liang, and Ken Nakajima
29th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM29), 9-10 Dec., Online
- **熱可塑性エラストマーの初期伸長過程における応力ネットワークの形成とその動的挙動**
[劉 浩男](#)・梁 曉斌・中嶋 健
 第 32 回エラストマー討論会, 11 月 24 日-25 日, 九州大学稲盛財団記念館
- **Self-assembling Behavior and Mechanical Properties of Triptycene-Appended Block Copolymers**
 Ayami Itagaki, Fumitaka Ishiwari, Tomoya Fukui, Takashi Kajitani, [Haonan Liu](#), Xiaobin Liang, Ken Nakajima, and Takanori Fukushima
 第 70 回高分子討論会, 9 月 6 日-8 日, オンライン
- **ドローネー三角形分割に基づく応力下の熱可塑性エラストマーにおける動的ネットワークの構造解析**
[劉 浩男](#)・梁 曉斌・中嶋 健
 第 70 回高分子学会年次大会, 5 月 26 日-28 日, オンライン
- **In situ ナノ触診 AFM によるブロックコポリマー型 TPE の変形挙動解析**
[劉 浩男](#)・梁 曉斌・中嶋 健
 日本ゴム協会 2020 年年次大会, 5 月 21 日-22 日 (中止)
- **AFM Nanomechanical Studies on Dynamic Stress Networks of Stretched Thermoplastic Elastomer (Best Poster Award)**
[Haonan Liu](#), Xiaobin Liang, and Ken Nakajima
27th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM27), 5-7 Dec., Hotel Laforet Shuzenji, Shizuoka, Japan

- **ナノ触診原子間力顕微鏡によるブロックコポリマー型 TPE の変形挙動解析**
 劉 浩男・梁 曉斌・中嶋 健
 第 29 回日本 MRS 年次大会, 11 月 27 日-29 日, 横浜情報文化センター
- **Direct Visualization of Dynamic Stress Networks of TPE Based on AFM Nanomechanics**
 Haonan Liu, Xiaobin Liang, and Ken Nakajima
 13th China-Japan Seminar on Advanced Engineering Plastics, Polymer Alloys and Composites,
 19-23 Nov., Grand Mercure Qingdao Nanshan Resort, Shandong, China
- **ナノ触診原子間力顕微鏡による熱可塑性エラストマーの変形挙動解析**
 劉 浩男・梁 曉斌・中嶋 健
 第 68 回高分子討論会, 9 月 25 日-27 日, 福井大学文京キャンパス
- **三脚型トリブチセン含有ビニルポリマーおよびコポリマーの合成と自己集合化挙動**
 劉 浩男・石割 文崇・梶谷 孝・福島 孝典
 第 67 回高分子学会年次大会, 5 月 23 日-25 日, 名古屋国際会議場
- **三脚型トリブチセン含有ビニルポリマーおよびコポリマーの合成と自己集合高分子の自己集合挙動と物性に影響を与える三脚型トリブチセンユニットの特異な効果**
 石割 文崇・岡部 玄・劉 浩男・荻原 響・山下 幸大・木村 忠弘・梶谷 孝・福島 孝典
 日本化学会第 98 春季年会, 3 月 20 日-23 日, 日本大学理工学部船橋キャンパス

学術兼職

- 高分子相关期刊审稿人
- 日本高分子学会, 应用物理学会 会員
- 日本ポリイミド・芳香族系高分子会議 運営委員
- JST SPRING Fellowship (Oct. 2021-Mar. 2022)

媒体報道

- [東工大ニュース: ポリイミドの 6G 周波数域における誘電特性を解明](#)
- [EurekAlert!: A deep dive into polyimides for high-frequency wireless telecommunications](#)