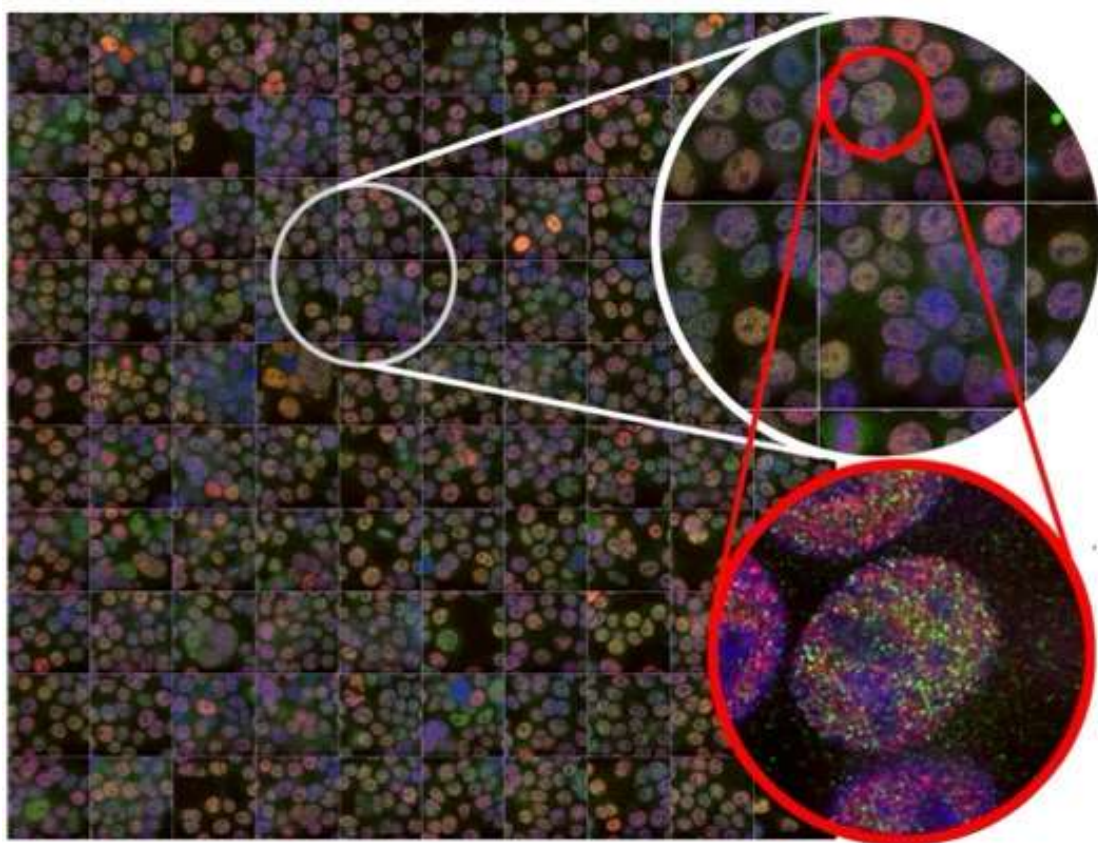


医療と生命科学における AI 活用

講演要旨集



コーディネーター：

辻井 潤一

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 フェロー
坂無 英徳

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター 総括研究主幹

日 時：2024年5月10日（金）10：30 ～ 16：20

会 場：千里ライフサイエンスセンタービル5F

山村雄一記念ライフホール（WEB配信併用）

主 催：公益財団法人 千里ライフサイエンス振興財団

後 援：バイオコミュニティ関西

表紙の図：

産業技術総合研究所の自動実験システムの超解像顕微鏡で捉えた、培養細胞のエピゲノム修飾。約 1000 個もの細胞における核内部のゲノム修飾を 25 分程度で連続撮影することに成功した。このような事例は世界的にも殆どない。

試料作成：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 波平昌一

撮影：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 加藤薫、光山統泰

開催の趣旨

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 フェロー

つじい じゅんいち
辻井 潤一

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター 総括研究主幹

さかなし ひでのり
坂無 英徳

1950年代から始まった人工知能（AI）の技術開発は、過去10年間に急速に発展し、様々な産業分野、社会生活の隅々にまで浸透しつつある。医療や生命科学も例外ではない。先行する放射線検査だけでなく内視鏡検査でもAIを搭載した製品が実用化され、病理診断から病院業務までAI技術の活用が進んでいる。また、タンパク質の立体構造を正確に予測するAlphaFoldが創薬研究に大きな影響を与えるなど、生命科学の研究方法論も大きな変革期を迎えている。ChatGPTの中核である大規模言語モデル、多様な応用を支える基盤モデルの出現は、医療・生命科学の在り方そのものをさらに大きく変革しようとしている。

このセミナーでは、医療や生命科学分野の基礎から実践までの様々な場面におけるAI技術活用の最先端事例をご紹介します。また、そこで得られた知見に基づいた研究開発の新たな可能性や方向性について議論する。

プログラム

10:30～10:35

開会の挨拶 公益財団法人 千里ライフサイエンス振興財団 理事長 審良 静男

10:35～10:50

はじめに 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 フェロー 辻井 潤一

10:50～11:30 座長：坂無 英徳

演題1 AIは創薬を変革できるのか4

京都大学大学院医学研究科 人間健康科学系専攻 ビッグデータ医科学分野 教授
理化学研究所計算科学研究センター 部門長 奥野 恭史

11:30～12:10 座長：坂無 英徳

演題2 AIが導くタンパク質・核酸デザイン8

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 特定フェロー
北里大学 未来工学部 教授 齋藤 裕

12:10～13:20

休憩

13:20～14:00 座長：坂無 英徳

演題3 ロボティックバイオロジーによる生命科学の加速12

理化学研究所 生命機能科学研究センター
バイオコンピューティング研究チーム チームリーダー 高橋 恒一

14:00～14:40 座長：辻井 潤一

演題4 阪大病院が取り組むAIホスピタルー課題と展望ー16

大阪大学大学院医学系研究科 公衆衛生学 教授
大阪大学医学部附属病院 AI医療センター 副センター長 川崎 良

14:40～14:50

休憩

14:50～15:30 座長：辻井 潤一

演題5 AI活用における医療画像と医療機器の課題20

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 機械学習機構研究チーム チーム長
野里 博和

15:30～16:10 座長：辻井 潤一

演題6 病理診断におけるAI24

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 情報病理学 教授
亀田総合病院 臨床病理科 特任包括部長 福岡 順也

16:10～16:20

おわりに 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 フェロー 辻井 潤一

* セミナー終了後、交流会（名刺交換会）を開催します。

※講演の時間は質疑応答を含みます。ご注意ください。

演題 1. 「AI は創薬を変革できるのか」

Can AI Revolutionize Drug Discovery?

京都大学 大学院医学研究科 人間健康科学系専攻 ビッグデータ医科学分野 教授
理化学研究所 計算科学研究センター 部門長
奥野 恭史

住 所

〒606-8397 京都市左京区聖護院川原町 53 人間健康科学科棟 奥野研究室 162 号室

学歴・職歴

平成 5 年 京都大学薬学部卒業、同大学大学院薬学研究科進学
平成 12 年 博士（薬学）学位取得
平成 13 年 京都大学化学研究所バイオインフォマティクスセンター 博士研究員、助手
平成 15 年 京都大学大学院薬学研究科 助手、准教授
平成 20 年 京都大学大学院薬学研究科 寄附講座 特定教授
平成 25 年 先端医療振興財団 先端医療センター研究所
シミュレーション創薬グループ 客員グループリーダー
平成 25 年 理化学研究所 計算科学研究センター 客員主管研究員
平成 26 年 京都大学大学院医学研究科 寄附講座 特定教授
平成 26 年 理化学研究所 生命機能科学研究センター 客員主管研究員
平成 27 年 神戸医療産業都市推進機構 クラスタ推進センター
連携・事業化推進グループ 客員部長
平成 28 年 理化学研究所 科技ハブ産連本部
健康生き活き羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラム
融合研究推進グループディレクター
平成 28 年 （現）京都大学大学院医学研究科 人間健康科学系専攻
ビッグデータ医科学分野 教授 （現職）
平成 29 年 理化学研究所 科技ハブ産連本部
医科学イノベーションハブ推進プログラム 副プログラムディレクター
令和 3 年 （現）理化学研究所 計算科学研究センター
HPC/AI 駆動型医薬プラットフォーム 部門長（併任）
（現）一般社団法人ライフインテリジェンスコンソーシアム 代表理事（併任）

学 位 博士（薬学）

受賞歴

令和 02 年度 第 2 回日本オープンイノベーション大賞 厚生労働大臣賞

平成 23 年度 第 43 回市村学術賞

平成 21 年度 文部科学大臣表彰 科学技術賞 (科学技術振興部門)

平成 20 年度 日本薬学会 奨励賞

平成 20 年度 第 8 回バイオビジネスコンペ JAPAN 優秀賞

平成 18 年度 日本薬学会 薬学ビジョン部会 部会賞

所属学会 日本バイオインフォマティクス学会、日本薬学会、日本化学会

専門分野 創薬計算科学、医療データサイエンス、人工知能

要 旨

新型コロナウイルスに直面し、パンデミックにおけるワクチン・医薬品の重要性をこれほどまでに強く思い知らされたのは、我々研究者、医療従事者に限らず国民全体にとって初めてのことであろう。特に、我々研究者に衝撃を与えたこととして、海外製薬企業、規制当局の対応スピードの速さがある。COVID-19 が世界的に問題視されてから半年も経たないうちにレムデシビルが承認され、1 年以内にワクチンが市場にでるという迅速さは、これまでの医薬品開発の常識を圧倒的に逸脱したスピードである。一般に医薬品開発の常識は、開発期間 10 年以上、費用 1000 億円以上と言われているが、特例ではあるものの COVID-19 のこの事例は、現在の医薬品開発の常識を覆し、今後の創薬のニューノーマルになるものと考えられる。

一方、第 3 次 AI ブームが少し陰りを見せた矢先、ChatGPT の出現により AI は単なるブームから一気にブレイクスルーし、未来を切り開く先導者になったと言っても過言ではない。創薬においても世界中でさまざま AI が開発され、その期待値も大いに高まっている。しかしながら、特に産業界から出される新聞・メディア等の報道には真偽が定かではないものも多く、我々学术界としては、創薬応用での AI の現状の実力、限界を冷静に見極めて、新たな技術開発に挑戦せねばならない。

これに対して、我々は、少人数かつ低コストを大前提として、世界のスピードに追い付き、対峙できる創薬イノベーション基盤として、AI・シミュレーションによる創薬プロセスの超スマート化を目指した創薬 DX プラットフォームの研究開発に取り組んでいる。具体的には、創薬プロセスの上流から下流に至る各ステップの AI・シミュレーション技術（創薬標的探索や薬効・毒性等の活性予測やメカニズム解明、さらにはそれらを最適化条件とする化合物デザイン、臨床データからの副作用要因抽出などの計算技術）の開発を行ってきた。例えば、AMED 事業において、製薬企業数社の化合物データを共有し、化学構造から活性・ADMET を予測する AI である GCN（Graph Convolutional Network）の開発を行っている。また、マルチオミクスなどの実験データ、臨床データなどの多種多様なデータを用いて、患者層別化、サンプル分類、分子メカニズムの解明、バイオマーカー推定、創薬標的分子探索などの AI 技術も開発している。本講演では、演者が取り組む具体的な事例を紹介しつつ、創薬における AI の現状と未来についてお話ししたい。

演題 2. 「AI が導くタンパク質・核酸デザイン」

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 特定フェロー

北里大学 未来工学部 教授

齋藤 裕

住 所

〒135-0064 東京都江東区青海 2-4-7

産総研臨海副都心センター別館

学歴・職歴

2008 年 慶應義塾大学理工学部卒業
2010 年 慶應義塾大学大学院理工学研究科修士課程修了
2012 年 慶應義塾大学大学院理工学研究科博士課程修了 博士（理学）
2012 年 産業技術総合研究所 産総研特別研究員
2015 年 産業技術総合研究所 研究員
2019 年 産業技術総合研究所 主任研究員
2024 年 産業技術総合研究所 特定フェロー（クロスアポイントメント）
2024 年 北里大学未来工学部 教授
(兼務)
2019 年～現在 東京大学大学院新領域創成科学研究科 客員准教授

学 位 博士（理学）

受 賞 歴

Oxford Journals JSBi Prize 2022
第 11 回 新化学技術研究奨励賞
第 70 回 日本生物工学会大会 トピックス賞
第 6 回 生命医薬情報学連合大会 (IIBMP 2017) 優秀ポスター発表賞

所属学会 日本バイオインフォマティクス学会、日本分子生物学会

専門分野 バイオインフォマティクス

主な著書

1. Yuki Ogawa, Yutaka Saito (Joint First Author), Hideki Yamaguchi, Yohei Katsuyama, Yasuo Ohnishi. Engineering the substrate specificity of toluene degrading enzyme XylM using biosensor XylS and machine learning. *ACS Synthetic Biology*, 12(2):572-582, 2023.
2. Tomoyuki Ito, Thuy Duong Nguyen, Yutaka Saito, Yoichi Kurumida, Hikaru Nakazawa, Sakiya Kawada, Hafumi Nishi, Koji Tsuda, Tomoshi Kameda, Mitsuo Umetsu. Selection of target-binding proteins from the information of weakly enriched phage display libraries by deep sequencing and machine learning. *mAbs*, 15(1):2168470, 2023.
3. Yutaka Saito, Misaki Oikawa, Takumi Sato, Hikaru Nakazawa, Tomoyuki Ito, Tomoshi Kameda, Koji Tsuda, Mitsuo Umetsu. Machine-learning-guided library design cycle for directed evolution of enzymes: the effects of training data composition on sequence space exploration. *ACS Catalysis*, 11(23):14615-14624, 2021.
4. Hideki Yamaguchi, Yutaka Saito. Evotuning protocols for Transformer-based variant effect prediction on multi-domain proteins. *Briefings in Bioinformatics*, 22(6):bbab234, 2021.
5. Yutaka Saito, Misaki Oikawa, Hikaru Nakazawa, Teppei Niide, Tomoshi Kameda, Koji Tsuda, Mitsuo Umetsu. Machine-learning-guided mutagenesis for directed evolution of fluorescent proteins. *ACS Synthetic Biology*, 7(9):2014-2022, 2018.
6. Yutaka Saito, Junko Tsuji, Toutai Mituyama. Bisulfighter: accurate detection of methylated cytosines and differentially methylated regions. *Nucleic Acids Research*, 42(6):e45, 2014.
7. Kensuke Morita, Yutaka Saito (Joint First Author), Kengo Sato, Kotaro Oka, Kohji Hotta, Yasubumi Sakakibara. Genome-wide searching with base-pairing kernel functions for noncoding RNAs: computational and expression analysis of snoRNA families in *Caenorhabditis elegans*. *Nucleic Acids Research*, 37(3):999-1009, 2009.

要 旨

生体分子であるタンパク質・核酸は、医薬品やバイオものづくりなど様々な分野で利用されている。従来、高機能な生体分子の開発には実験による膨大なトライアンドエラーを必要としたが、近年ではAIを活用したスマートデザインが注目されている。生体分子のアミノ酸配列や塩基配列は文字列であるため、これらを「言語」とみなせば、ChatGPTなどの背後にある言語モデルと類似の技術を適用できる。また、生体分子の立体構造を「画像」とみなせば、お絵かきAIの背後にある拡散モデルと類似の技術を適用できる。最新のAI技術が流入する生体分子デザインは、既にAI業界全体で見ても最も研究の活発な分野の1つになっており、もはや戦国時代の様相を呈している。巨大IT企業も続々と参入する苛烈な国際競争の中で、日本のプレゼンスを保つことは喫緊の課題である。

講演者らは、2016年頃から機械学習による生体分子デザインの研究に取り組んできた。実験系研究者と協力しながら、蛍光タンパク質の色改変[1]、酵素の活性向上[2]、抗体模倣分子の親和性向上[3]、mRNAの翻訳効率向上[4]などの実証例を積み重ねてきた。また、タンパク質言語モデルに進化情報を取り込むための学習方法[5]など、独自の機械学習技術も開発してきた。最近では、産業技術総合研究所に配備された実験ロボットまほろ等の自動化実験装置とAIを協奏させることで、生体分子デザインの自律化にむけた「デジタルラボ」の構築にも取り組んでいる。本講演では、これらの活動について紹介したい。

参考文献

1. [Yutaka Saito](#), Misaki Oikawa, Hikaru Nakazawa, Teppei Niide, Tomoshi Kameda, Koji Tsuda, Mitsuo Umetsu. Machine-learning-guided mutagenesis for directed evolution of fluorescent proteins. *ACS Synthetic Biology*, 7(9):2014-2022, 2018.
2. [Yutaka Saito](#), Misaki Oikawa, Takumi Sato, Hikaru Nakazawa, Tomoyuki Ito, Tomoshi Kameda, Koji Tsuda, Mitsuo Umetsu. Machine-learning-guided library design cycle for directed evolution of enzymes: the effects of training data composition on sequence space exploration. *ACS Catalysis*, 11(23):14615-14624, 2021.
3. Tomoyuki Ito, Thuy Duong Nguyen, [Yutaka Saito](#), Yoichi Kurumida, Hikaru Nakazawa, Sakiya Kawada, Hafumi Nishi, Koji Tsuda, Tomoshi Kameda, Mitsuo Umetsu. Selection of target-binding proteins from the information of weakly enriched phage display libraries by deep sequencing and machine learning. *mAbs*, 15(1):2168470, 2023.
4. [Yutaka Saito](#), Wataru Kitagawa, Toshitaka Kumagai, Naoyuki Tajima, Yoshiyuki Nishimiya, Koichi Tamano, Yoshiaki Yasutake, Tomohiro Tamura, Tomoshi Kameda. Developing a codon optimization method for improved expression of recombinant proteins in actinobacteria. *Scientific Reports*, 9(1):8338, 2019.
5. Hideki Yamaguchi, [Yutaka Saito](#). Evtuning protocols for Transformer-based variant effect prediction on multi-domain proteins. *Briefings in Bioinformatics*, 22(6):bbab234, 2021.

演題3. 「ロボティックバイオロジーによる

生命科学の加速」

理化学研究所 生命機能科学研究センター
バイオコンピューティング研究チーム チームリーダー
高橋 恒一

住 所

〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町 6-7-1
融合連携イノベーション推進棟

学歴・職歴

1998年3月	慶應義塾大学環境情報学部 卒業
2003年3月	慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 単位取得退学
2005年1月	科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 研究員
2005年11月	The Molecular Sciences Institute HFSP Research Fellow
2009年10月-現在	理化学研究所 チームリーダー
2015年9月-現在	特定非営利活動法人全脳アーキテクチャイニシアティブ 理事・副代表
2015年11月	RBI 株式会社 最高情報責任者
2018年4月-現在	慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 特任教授
2018年5月-現在	エピストラ株式会社 共同創業者
2018年4月-現在	大阪大学大学院生命機能研究科 招聘教授
2020年3月-現在	株式会社 MOLCURE アドバイザー
2021年4月-現在	慶應義塾大学環境情報学部 特別招聘教授
2023年9月-現在	一般社団法人 AI アライメント・ネットワーク 代表理事

学 位 博士 (学術)

所属学会 日本人工知能学会、日本分子生物学会

専門分野 計算システム生物学、AI ロボット駆動科学、AI アライメント

主な著書

1. Jacopin E, Sakamoto Y, Nishida K, Kaizu K, Takahashi K, An architecture for collaboration in systems biology at the age of the Metaverse", *npj Systems Biology and Applications*, to appear.
2. Zhang, J., Wan, W., Tanaka, N., Fujita, M., Takahashi, K., Harada, K., Integrating a Pipette Into a Robot Manipulator With Uncalibrated Vision and TCP for Liquid Handling, *IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING*, (2023)
3. Kaizu K, Takanashi K. (2023) Technologies for whole-cell modeling: Genome-wide reconstruction of a cell in silico. *Development, Growth & Differentiation*. 10.1111/dgd.12897
4. Keating, S. M., Waltmath, D., König, M., Zhang, F., Dräger, A., Chaouiya, C., Bergmann, F. T., Finney, A., Gillespie, C. S., Helikar, T., Hoops, S., Malik-Sheriff, R. S., Moodie, S. L., Moraru, I. I., Myers, C. J., Naldi, A., Olivier, B. G., Sahle, S., Schaff, J. C., ... SBML Level 3 Community members (including Takahashi, K.). SBML Level 3: an extensible format for the exchange and reuse of biological models. *Molecular Systems Biology*, 16(8), e9110 (2020).
5. 高橋恒一, 「第五の科学 自動化」 In AI 事典 第3版 (近代科学社) (2019).
6. 高橋恒一, 「将来の機械知性に関するシナリオと分岐点」、人工知能 Vol 33, No. 6. (2018).
7. 渡部匡己, 都築拓, 海津一成, 高橋恒一, 「人工知能による科学研究の加速」, 人工知能学会全国大会論文集 2016, 30:1-4 (2016)
8. 高橋恒一、渡部匡己 「現代科学を超えて—AI 駆動型科学へ」 In 実験医学別冊 「あなたのラボに AI (人工知能) × ロボットがやってくる」, Eds. 夏目徹 (羊土社) (2017).
9. Robotic crowd biology with Maholo LabDroids., Yachie M, Robotic Biology Consortium including Takahashi K, Natsume T, *Nature Biotechnology*, 35, 310-312 (2017)
10. Conversion of graded phosphorylation into switch-like nuclear translocation via autoregulatory mechanisms in ERK signaling., Shindo Y, Iwamoto K, Mouri K, Hibino K, Tomita M, Kosako H, Sako Y, Takahashi K, *Nature Communications*, 7 (2016).

要 旨

我々は、理化学研究所神戸キャンパス内に、将来のロボット実験センター構想のプロトタイプとなる「ロボティック・バイオロジー・プロトタイピング・ラボ (RBPL)」を建設し、科学実験を「モノのプログラミング」として記述、伝達、実行するための技術体系の構築を進めている。既に、細胞生物学実験のロボット化や自動実験計画による実験システムの自律化などに取り組み、例えば再生医療領域においては iPS 細胞から網膜色素上皮細胞への分化誘導条件を AI ロボットに自律的に発見させることにも成功した。

情報技術やロボティクスなどの工学の導入によるいわゆる研究 DX の先には、新たな科学研究のパラダイムの萌芽がある。特に、AI とロボットによって実験、理論、計算、データという 4 つの主要な科学的方法論を融合し、その進展を飛躍的に加速するいわゆる AI ロボット駆動型科学は、「第 5 の科学領域」として有望視されている。我々は、生命科学分野を起点としてデータ駆動とモデル駆動の融合による実験科学の新しいパラダイムを切り開くことを目標としている。国際動向なども含め、AI ロボット駆動型科学の最新の状況などもご紹介する。

参考文献

1. Kanda, G. N., Tsuzuki, T., Terada, M., Sakai, N., Motozawa, N., Masuda, T., Nishida, M., Watanabe, C. T., Higashi, T., Horiguchi, S. A., Kudo, T., Kamei, M., Sunagawa, G. A., Matsukuma, K., Sakurada, T., Ozawa, Y., Takahashi, M., Takahashi, K., & Natsume, T. Robotic search for optimal cell culture in regenerative medicine. *eLife*, 11 (2022).
2. Takahashi K, Horinouchi T, Takahashi K, Ozaki H. (2023) SAGAS: Simulated annealing and greedy algorithm scheduler for laboratory automation. *SLAS Technology*. 10.1016/j.slst.2023.03.001
3. Motozawa, N., Miura, T., Ochiai, K., Yamamoto, M., Horinouchi, T., Tsuzuki, T., Kanda, G. N., Ozawa, Y., Tsujikawa, A., Takahashi, K., Takahashi, M., Kurimoto, Y., Maeda, T., & Mandai, M. Automated evaluation of retinal pigment epithelium disease area in eyes with age-related macular degeneration. *Scientific Reports*, 12(1), 892 (2022).
4. Itoh, T. D., Horinouchi, T., Uchida, H., Takahashi, K., & Ozaki, H. Optimal Scheduling for Laboratory Automation of Life Science Experiments with Time Constraints. *SLAS Technology*, 26(6), 650–659 (2021).
5. Ochiai, K., Motozawa, N., Terada, M., Horinouchi, T., Masuda, T., Kudo, T., Kamei, M., Tsujikawa, A., Matsukuma, K., Natsume, T., Kanda, G. N., Takahashi, M., & Takahashi, K. A Variable Scheduling Maintenance Culture Platform for Mammalian Cells. *SLAS Technology*, 26(2), 209–217 (2021).

..... MEMO

Lined area for writing a memo, consisting of multiple horizontal dashed lines.

演題 4. 「阪大病院が取り組む AI ホスピタル-課題と展望-」

大阪大学大学院医学系研究科 公衆衛生学 教授
大阪大学医学部附属病院 AI 医療センター 副センター長
川崎 良

住 所

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-2 基礎研究棟 9 階

学歴・職歴

1997-2008	山形大学医学部眼科学講座助手
2007-2012	豪メルボルン大学 Centre for Eye Research Australia・研究員フェロー
2013-2015	山形大学大学院医学系研究科・公衆衛生学講座・助教
2015-2017	山形大学大学院医学系研究科・公衆衛生学講座・准教授
2017-2023	大阪大学大学院医学系研究科・視覚情報制御学講座・寄附講座教授
2020-2023	大阪大学医学部附属病院・AI 医療センター・特任教授
2023-現在	大阪大学大学院医学系研究科・社会医学講座公衆衛生学・教授

学 位 医学博士

受賞歴

平成 18 年 第 1 回 アルコンジャパン・クリニカルアワード
平成 24 年 第 6 回 日本糖尿病眼学会・福田賞
平成 24 年 Australian Prime Minister's Education Assistance Program for Japan
平成 27 年 第 20 回 ロートアワード

所属学会

日本公衆衛生学会評議員、日本疫学会評議員（疫学専門家兼上級疫学専門家）、日本循環器病予防学会評議員、日本眼科 AI 学会評議員、日本糖尿病眼学会評議員、Asia-Pacific Tele-ophthalmology Society council member, 日本糖尿病学会会員、日本高血圧学会、日本臨床疫学会（認定専門家兼上席専門家）、日本眼科学会（戦略委員、眼科専門医）、他

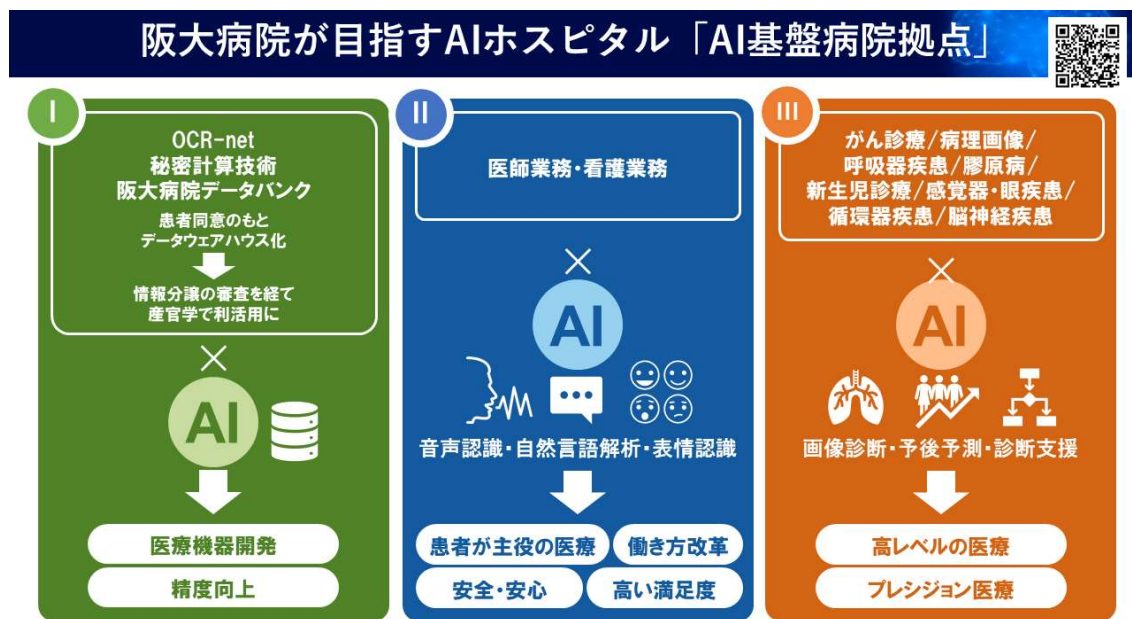
専門分野 疫学、公衆衛生学、AI 医療、眼科

主な著書

1. Betzler BK, Chen H, Cheng CY, Lee CS, Ning G, Song SJ, Lee AY, **Kawasaki R**, van Wijngaarden P, Grzybowski A, He M, Li D, Ran Ran A, Ting DSW, Teo K, Ruamviboonsuk P, Sivaprasad S, Chaudhary V, Tadayoni R, Wang X, Cheung CY, Zheng Y, Tham YC, Wang YX, Wong TY. Large Language Model and its Impact in Ophthalmology. *Lancet Digital Health* *In press* 2023.
2. Arnould L, Meriaudeau F, Guenancia C, Germanese C, Delcourt C, **Kawasaki R**, et al. Using Artificial Intelligence to Analyse the Retinal Vascular Network: The Future of Cardiovascular Risk Assessment Based on Oculomics? A Narrative Review. *Ophthalmol Ther*. 12:657-674, 2023.
3. Li L, Verma M, Wang B, Nakashima Y, Nagahara H. **Kawasaki R**. Automated Grading System of Retinal Arterio-venous Crossing Patterns: A Deep Learning Approach Replicating Ophthalmologist's Diagnostic Process of Arteriolosclerosis. *PLoS One Digital Health* *In press* 2023
4. Wong TY, Sun J, **Kawasaki R**, Ruamviboonsuk P, Gupta N, Lansingh VC, Maia M, Mathenge W, Moreker S, Muqit MMK, Resnikoff S, Verdaguer J, Zhao P, Ferris F, Aiello LP, Taylor HR. Guidelines on Diabetic Eye Care: The International Council of Ophthalmology Recommendations for Screening, Follow-up, Referral, and Treatment Based on Resource Settings. *Ophthalmology*. 2018 Oct;125(10):1608-1622.
5. Yau JW, Rogers SL, **Kawasaki R**, Lamoureux EL, Kowalski JW, Bek T, Chen SJ, Dekker JM, Fletcher A, Grauslund J, Haffner S, Hamman RF, Ikram MK, Kayama T, Klein BE, Klein R, Krishnaiah S, Mayurasakorn K, O'Hare JP, Orchard TJ, Porta M, Rema M, Roy MS, Sharma T, Shaw J, Taylor H, Tielsch JM, Varma R, Wang JJ, Wang N, West S, Xu L, Yasuda M, Zhang X, Mitchell P, Wong TY; Meta-Analysis for Eye Disease (META-EYE) Study Group. Global prevalence and major risk factors of diabetic retinopathy. *Diabetes Care*. 2012 Mar;35(3):556-64.
6. **Kawasaki R**, Yasuda M, Song SJ, Chen SJ, Jonas JB, Wang JJ, Mitchell P, Wong TY. The prevalence of age-related macular degeneration in Asians: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2010 May;117(5):921-7.

要 旨

大阪大学医学部附属病院（以下、阪大病院）は、病院が目指す姿として「Futurability：全ての人が待ち遠しくなるような病院、未来の可能性を見つめ、新たな課題に新たな方法で解決し続ける姿」を掲げている。医療の進歩がすすむ一方で、専門化・複雑化した医療の負の側面もある。この状況を打開する上で医療分野での AI 活用が重要である。医療分野の AI と言えば画像診断や診断支援のプログラム医療機器が思い浮かぶが、それにとどまらず業務支援や患者サービスにも AI を取り入れている。安全・安心な医療、医療従事者が持つ可能性を最大限発揮する「人間中心の AI」を意識し取り組んでおり、本講演ではその事例を紹介する。近い将来には自然な形で AI が医療や業務に取り込まれていくと確信する。その一方で、医療の問題が技術的側面だけで解決することはなく、「AI を使いこなす医療人がそれぞれの持つ能力を最大限に発揮できる場」となることを目指している。本セミナーでは阪大病院が取り組む AI ホスピタルについてその現状から見てきた課題、そして、展望を紹介したい。



参考文献

1. 土岐祐一郎、西田幸二、松村泰志、川崎良. AI ホスピタルによる高度診断・治療システムにおける大阪大学医学部附属病院「AI 基盤拠点病院」への取り組み. INNEVISION 2020;35:8.
2. 三吉範克、川崎良、江口英利、土岐祐一郎. 1. 大阪大学における AI ホスピタルと消化器外科領域における取り組みの現状と展望. 外科 2021 ; 83 : 1153-1159.
3. 川崎良、西田幸二、土岐祐一郎. 大阪大学医学部附属病院における AI ホスピタルの取り組み. 医学のあゆみ 2022 ; 282 : 939-945.

演題 5. 「AI 活用における医療画像と医療機器の課題」

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター

機械学習機構研究チーム チーム長

野里 博和

住 所

〒305-8560 茨城県つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所 中央事業所つくば本部・情報技術研究棟

学歴・職歴

1998 年	東邦大学理学部化学科卒業
2003 年	東邦大学大学院理学研究科情報科学専攻博士課程修了 理学博士
2003 年	日本学術振興会特別研究員（産業技術総合研究所 学振特別研究員）
2006 年	産業技術総合研究所 特別研究員
2010 年	東邦大学大学院理学研究科客員准教授
2011 年	産業技術総合研究所 情報科学研究部門 研究員
2013 年	産業技術総合研究所 情報科学研究部門 主任研究員
2015 年	産業技術総合研究所 人工知能研究センター 主任研究員
2019 年	産業技術総合研究所 人工知能研究戦略部人工知能研究企画室 企画主幹
2020 年	産業技術総合研究所 人工知能研究センター 主任研究員
2021 年	産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究チーム長
2023 年	東邦大学大学院理学研究科客員教授

学 位 理学博士

受賞歴

2017 年度 日本医用画像工学会 田中栄一記念賞（MIT 誌論文賞）
第 1 回（2019 年度）日本メディカル AI 学会奨励賞 JMAI award 優秀賞
第 13 回（2022 年）日本泌尿器内視鏡・ロボティクス学会 学会賞

所属学会 情報処理学会正会員、日本デジタルパソロジー研究会会員

専門分野 医療画像診断・人工知能応用

主な著書

1. 野里博和 「データが少ない場合の人工知能モデル構築技術」『時系列データ解析における課題対応と解析例』情報機構, 2024年1月, pp. 187-195.
2. Ikeda A, Nosato H: Overview of current applications and trends in artificial intelligence for cystoscopy and transurethral resection of bladder tumours. *Curr Opin Urol* 34(1):27-31. 2024.
3. 池田篤史, 野里博和 「内視鏡検査の Dx 化」『癌と化学療法』 50 巻 6 号, 2023 年, pp.681-685.
4. Iwaki T, Akiyama Y, Nosato H, Kinjo M, Niimi A, Taguchi S, Yamada Y, Sato Y, Kawai T, Yamada D, Sakanashi H, Kume H, Homma Y, Fukuhara H: Deep Learning Models for Cystoscopic Recognition of Hunner Lesion in Interstitial Cystitis. *Eur Urol Open Sci* 49:44-50. 2023.
5. Okamoto T, Natsume Y, Doi M, Nosato H, Iwaki T, Yamanaka H, Yamamoto M, Kawachi H, Noda T, Nagayama S, Sakanashi H, Yao R: Integration of human inspection and artificial intelligence-based morphological typing of patient-derived organoids reveals interpatient heterogeneity of colorectal cancer. *Cancer Sci* 113(8):2693-2703. 2022.
6. Yang K, Suzuki A, Ye J, Nosato H, Izumori A, Sakanashi H. CTG-Net: Cross-task guided network for breast ultrasound diagnosis. *PLoS One* 17(8):e0271106. 2022.
7. 野里博和 「人工知能による内視鏡診断支援プラットフォーム」『日本レーザー医学会誌』 42 巻 4 号, 2022 年, pp.237-245.
8. Ikeda A, Nosato H, Kochi Y, Negoro H, Kojima T, Sakanashi H, Murakawa M, Nishiyama H: Cystoscopic Imaging for Bladder Cancer Detection Based on Stepwise Organic Transfer Learning with a Pretrained Convolutional Neural Network. *J Endourol* 35(7):1030-1035 2021.
9. Ikeda A, Nosato H, Kochi Y, Kojima T, Kawai K, Sakanashi H, Murakawa M, Nishiyama H: Support System of Cystoscopic Diagnosis for Bladder Cancer Based on Artificial Intelligence. *J Endourol* 34(3):352-358. 2020.

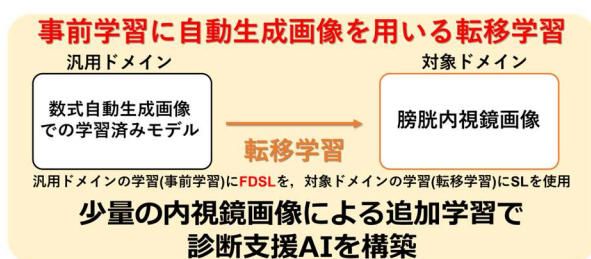
要 旨

近年、人工知能 (AI) 技術は深層学習の発展に伴い飛躍的な進化を遂げ、国内外の様々な分野においてその有用性が実証されている。医療分野でも、米国 FDA (U.S. Food and Drug Administration) では、AI を利用したプログラム医療機器は 692 件 (2023 年 10 月 19 日更新) [1] が承認され、AI の医療分野での有用性は十分に実証されていると言える。

しかしながら、AI 応用が進んでいる領域は、放射線科領域に偏っており、FDA 承認全 629 件のうち 533 件と最多となっている。また、近年では、内視鏡検査向けの診断支援 AI の開発が進んでいるが、消化器領域においてのみ実用化が進み、国内外においてプログラム医療機器の承認を得ている [2]。この理由として、高精度な AI の開発には、大量の学習用教師データが必要で、画像診断の場合は、対象画像データとその答え (分類したいラベルや病変部位の場所のマーキング) が数万セット以上のボリュームで必要なことが挙げられる。そのため、データを集めるための検査数やラベルを付ける医師数などが多い領域に AI の研究開発は偏っており、これらが揃わない領域においては、AI を活用した研究開発は進んでいない。AI 活用による支援は、判断の難しい症例や手技、医師が少なく負荷の高い領域の医療機器にこそ、必要不可欠であり、現状の医療 AI の開発状況では不十分である。

そこで本講演では、医療応用における AI 技術の現状と課題を概観し、検査数や症例数の少ない医療機器向けの AI 開発技術として、少量データで AI を構築する技術を紹介する。また、産総研で取り組んでいる自動生成画像の事前学習モデルを活用した膀胱内視鏡診断支援 [3] (図 1) などいくつかの研究開発事例ご紹介し、医療応用の進んでいない診断領域において、新たに AI の研究を始めるために押さえておくべきポイントとして、データの集め方やラベルの付け方、AI 構築のために必要な機材や勉強方法などについても説明したい。

● 膀胱内視鏡診断支援AIの構築



1万枚未満の少量学習データでも 専門医を超えるレベルの診断性能を実現

		医師 vs AI			
	事前学習	正解率	感度	特異度	
Scratch	-	87.7%	78.2%	90.1%	
事前学習あり	FDSL	98.3%	94.3%	99.4%	
初期研修医	-	85.7%	95.4%	83.3%	
後期研修医	-	95.6%	94.8%	95.8%	
専門医	-	97.3%	92.8%	98.5%	

学習画像枚数 : 病変あり 1,259枚、病変なし 7,553枚
テスト画像枚数 : 病変あり 87枚、病変なし 335枚 (医師も共通)

図 1 : 少量データで AI を構築する技術 (膀胱内視鏡診断支援)

参考文献

1. U.S. FOOD & DRUG (FDA): Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices. October 19, 2023, update. <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-and-machine-learning-aiml-enabled-medical-devices>
2. 池田篤史, 野里博和 「内視鏡検査の Dx 化」『癌と化学療法』50 巻 6 号, 2023 年, pp.681-685.

演題 6. 「病理診断における AI」

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 情報病理学 教授
亀田総合病院 臨床病理科 特任包括部長
福岡 順也

住 所

〒852-8501 長崎市坂本 1-7-1 長崎大学医歯薬学総合教育研究棟 5 階 情報病理学

学歴・職歴

1995 年 3 月 滋賀医科大学 医学部 卒業
1995 年 5 月 滋賀医科大学附属病院 中央検査部 医員 (研修医)
1997 年 5 月 滋賀医科大学 第二病理学講座 医員
2000 年 4 月 滋賀医科大学 第二病理学講座 助手
2000 年 12 月 Mayo Clinic Scottsdale, Visiting Clinician
2001 年 12 月 National Institute of Health, fellow (兼任 2002 年 11 月 AFIP, visiting pathologist)
2005 年 1 月 富山医科薬科大学附属病院 病理部 講師
2005 年 7 月 同 助教授 (同年 10 月 富山大学に改名)
2006 年 5 月 同 診療教授
2007 年 11 月 (株) パソロジー研究所 代表取締役 (2018/3 退任)
2009 年 11 月 富山大学附属病院 (寄) 外科病理学講座 客員教授
2012 年 11 月 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科生命医科学講座臨床病理学 教授
2022 年 7 月～現在 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻情報病理学 教授
2015 年 10 月～現在 長崎大学大学院熱帯医学・グローバルヘルス研究所 教授
2015 年 10 月～現在 長崎病理医育成・診断センター (NEDCP) センター長
2017 年 4 月～現在 亀田総合病院 臨床病理科 特任包括部長

学 位 医学博士

受賞歴

所属学会

Digital Pathology Association (Secretary, Director, Membership committee, Program committee)

Pulmonary Pathology Society (Asia/Oceania Council 2011-2013)、Resident Participation Subcommittee)

United States and Canadian Association of Pathology

International Association for the Study of Lung Cancer College of American Pathology (CAP)
(Official Abstract Reviewer)

Archives of Pathology and Laboratory Medicine (Section Editor)

Journal of Bio Medicine (Editor)

日本病理学会 (学術評議員、社会への情報発信委員)

日本肺癌学会 (評議員、AI 開発小委員会副委員長)

日本呼吸器学会 (びまん性肺疾患学術部会役員)

日本病理学会九州沖縄支部 (学術委員)

日本臨床細胞学会

日本肺病理学会

専門分野 病理学

要 旨

病理診断分野は、顕微鏡による従来の方法から、デジタルスキャン技術である Whole Slide Imaging (WSI) へと進化し、さらにこの技術に基づく人工知能 (AI) の導入によって大きな変革を遂げています。特に 2012 年以降、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) が画像解析を飛躍的に向上させ、深層学習を用いた画像認識モデルの発展が進んでいます。この進展に伴い、放射線や病理分野での医療画像 AI モデルが世界中で活発に開発されています。2021 年には、FDA 承認を受けた病理診断 AI モデルが公開され、病理診断だけでなく、遺伝子変異予測など新しい分野への応用も進んでいます。しかし、日本におけるこの分野の開発は世界に比して大きく遅れており、目立った進展は見られません。

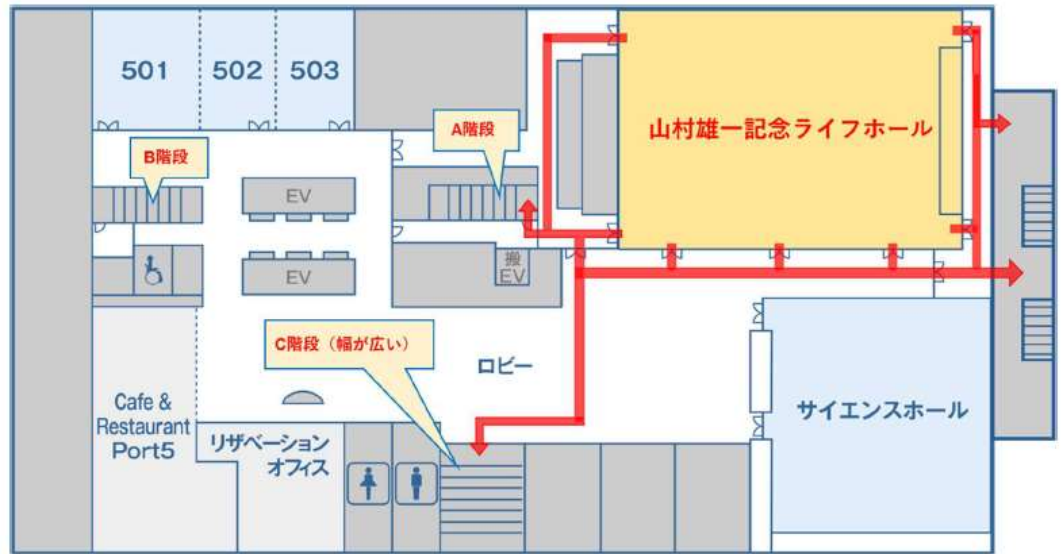
病理 AI は、病理診断支援モデルと臨床応用モデルの 2 種類に分けられます。前者は、検体処理の精度管理、病理診断予測、病変のセグメンテーション、染色結果の評価、腫瘍細胞のカウント、微細所見のスクリーニングなどに利用されます。後者は、臨床医や患者による予後予測、遺伝子変異予測、治療方針推奨などに用いられます。

現在の課題としては、費用対効果、デジタル化の遅れ、データベースの欠如、医療機器モデルのプロセスの煩雑さ、正解データの不確実性、説明性の欠如などがあります。特に正解データに関しては、医療分野でよく見られる判定者間不一致の問題があり、これがモデル間の相違を生む可能性があります。病理診断において、一般的な疾患における良悪性の判定は非常に高い精度で実施されるものの、その亜型の分類や、稀少疾患における診断などは大きな診断のばらつきを生じることが知られています。この問題に対処するためには、医療標準化へのアプローチが必要です。また、病理 AI のみならず、医療 AI ではより高い説明性が要求される傾向にあり、医療従事者が判断根拠を理解できるモデルの開発が進められてきています。

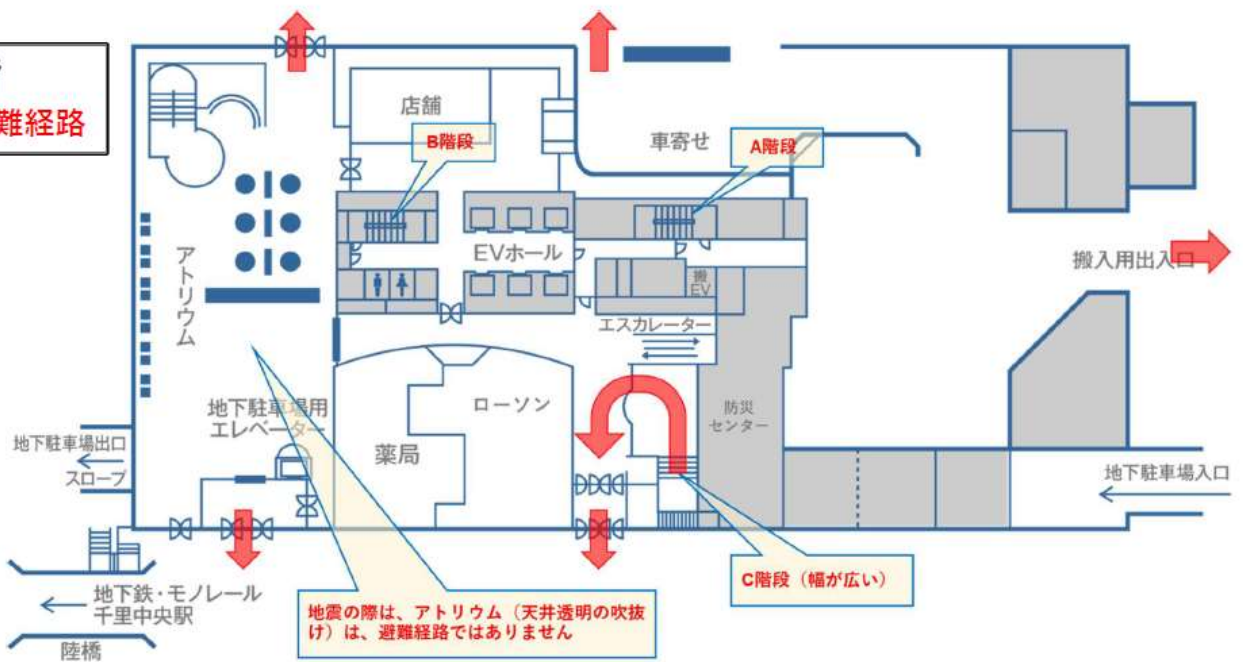
今後、病理 AI はさらなる発展を遂げ、細胞診やバクテリアスクリーニングなどで人間の業務を大幅に変革する可能性があります。医療 AI はヒトの業務を AI によって置き換えることを目的としておらず、AI とヒトが共生してポジティブスパイラルを形成し、ともに発展することを目指しています。また、病理データだけでなく、他の画像データ、臨床情報、遺伝子データなどを統合したマルチモダル AI の開発により、先端医療の新しい地平が開かれることが期待されています。将来的には、分野間の壁が低下し、診断医の役割が変化し、コンピューターサイエンティストが医療分野をリードする時代が来るかもしれません。本セッションでは、病理 AI の現状、課題、展望について、我々の研究成果を交えて紹介します。

【防災対応について】


5階 1階への避難経路



1階 屋外への避難経路



- 地震・火災等の非常時には、当ビルの“防災センター(1階)”と協力し、状況を確認の上、万一、避難が必要な場合はご案内いたします。お席を離れず、落ち着いて係員の指示をお待ちください。
- 避難の際には、エレベーター/エスカレーターは使用せず、階段をご使用ください。
- 当ビルは、建築基準法の新耐震基準に対応しています。



公益財団法人 千里ライフサイエンス振興財団
〒560-0082 大阪府豊中市新千里東町1-4-2
千里ライフサイエンスセンタービル20階
TEL:06-6873-2006 FAX:06-6873-2002
E-mail: smp-2022@senri-life.or.jp
URL: <https://www.senri-life.or.jp/>