

令和 6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：大石 由美子

所属・職：東京科学大学大学院医歯学総合研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 主任研究員

調査研究題目：「医歯薬学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策」

-免疫代謝研究および再生医療の新たな展開-

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：免疫学、代謝学、バイオインフォマティクス

近年、生活習慣病や加齢関連疾患を紐解くキーワードとして慢性炎症が注目される一方、免疫学の分野では、免疫細胞の機能が細胞代謝の変動によって調節されることが明らかになりつつある。このように、従来は異なる学問領域として研究されてきた代謝学と免疫学が密接に連携し、近年では「免疫代謝 (immunometabolism)」という新たな学問領域として世界的な潮流となっている。免疫代謝は、加齢関連疾患の発症や進展に関与するだけでなく、傷害を受けた組織の再生・修復プロセスを制御することも示されており、再生医療の新たな標的として注目されている。

当該年度においては、免疫代謝研究および再生研究領域におけるトレンドや最新の研究例を調査し、国内外の第一線で活躍する研究者から情報収集を行った。特に、シングルセルトランスクリプトーム解析など一細胞レベルでの解析技術を用いた研究が加速し、組織を構成する細胞が単一の集団ではなく、異なる機能を持つ複数の細胞集団から構成されることが明らかとなった。また、糖・脂質・アミノ酸などの代謝物が免疫細胞の機能を調節するメカニズムや、代謝物センサー分子の同定も進展した。これらの研究は、免疫代謝の異常が肥満や糖尿病などの生活習慣病、サルコペニアやフレイルといった加齢関連疾患、さらには癌や神経変性疾患の病態の形成や進展と密接に関連していることを示している。

また、EMBO Workshop をはじめとした国内外の学会に参加し、心血管系や癌研究領域における免疫代謝研究の最新知見を得るとともに、バイオインフォマティクス解析を活用した研究環境の整備や人材育成の重要性について具体的な示唆を得た。特に、わが国ではインフォマティクス解析を実践できる研究者が不足しており、各大学や研究機関における共同利用体制の強化がこれまで以上に求められることが明らかとなった。

また、女性研究者の育成に関しても、米国や欧州における女性研究者の比率が 50%を超え、女性 PI の増加が進んでいる現状を踏まえ、わが国においても省庁の枠組みを越えた施策の継続が必要であると考えられた。これらの知見を基に、免疫代謝研究のさらなる発展と研究環境の改善に向けた取り組みを推進していく。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：青木 洋子

所属・職：東北大学大学院医学系研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 主任研究員

調査研究題目：「医歯薬学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策—小児医学とその関連分野における疾患病態解析における新たな潮流と展開—」

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：国際交流、科研費審査区分の検討、

近年、ゲノム解析研究において全エクソーム解析や全ゲノム解析が希少性疾患の原因解明のための解析プラットフォームとして使われている。さらに網羅的なエピゲノム・RNA・プロテオーム解析などが疾患の原因解明・病態メカニズム解明のツールとして用いられるようになってきた。次世代シーケンサーから排出されるデータを解析するプラットフォームや、バリエーションの解釈に用いられる正常人/疾患のバリエーションデータベース、バリエーションの機能を予測する *in silico* 解析ツールについても開発が進んできたが、同定されたバリエーションの機能解析・モデル生物作製による病態解明研究が今後の課題と考えられている。

今年度は国際学会 European Society of Human Genetics (ドイツ)、9th International Meeting on Rare Disorders of the RAS-MAPK Pathway (ドイツ)に参加し、疾患ゲノム解析を含むオミックス解析、あるいはその周辺領域の動向を分析した。European Society of Human Genetics のセッションの分類について科研費審査区分表と照合し検討した。一般口演やポスターでは生殖、神経、腫瘍、皮膚と骨、循環器、精神疾患、感覚器、遺伝子治療、免疫と血液、出生前などの項目が設けられており、臓器、分野横断的であった。医歯薬、生物以外の分野に広がるセッションを検討したところ、心理1、情報・数学1、人類学1、情報・倫理2などが認められた。以上のように Human Genetics という分野が基礎研究、臨床研究を超えて臓器横断的側面を持つこと、さらに心理、情報、数学、人類学、倫理など分野横断的側面を持つことが明らかになった。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：中島 裕史

所属・職：千葉大学大学院医学研究院・教授

区分：医歯薬学専門調査班 主任研究員

調査研究題目：医歯薬学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策—基礎と臨床の相互理解による新たな潮流と展開

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：ヒト免疫学、新たな研究分野・トレンド、医学系研究者の研究時間確保

アレルギー疾患や自己免疫疾患をはじめとする免疫関連疾患の分子病態は、遺伝子改変マウスや病態モデルマウスを用いた解析によりその理解が進み、サイトカインを標的とした抗体医薬として臨床の場に還元された。これらのモデルマウスを用いた研究は免疫関連疾患の病態解明に大きく貢献したが、一方で、ヒト免疫疾患にみられる、遺伝的素因、発症誘因、重症度、治療反応性などの広範な多様性に関する理解は進んでいない。そのため、免疫疾患の治療では病名と重症度などの最小限の表現型に基づく“one-size-fits-all approach”がとられてきた。病態のエンドタイプに関する免疫学的情報と分子標的治療の臨床研究の結果を総合解析し、バイオマーカーを用いた“precision medicine”への移行を目指す研究も行われているが、未だほとんどの疾患において達成されていない。

免疫疾患発症の基礎となるヒト免疫学の理解も全エクソーム・全ゲノムシーケンスの技術革新により単一遺伝子疾患を中心に大きな進歩を遂げている。さらにパンデミックを起こした新型コロナウイルスに対する免疫応答、mRNA型ワクチンに対する免疫応答の解析等を通じて、ヒト免疫学の理解が深まった。中でもシングルセル解析技術の普及と、空間トランスクリプトーム解析技術の進歩は、細胞間相互作用や疾患特異的な免疫病態の解析を可能にし、ヒト免疫学の理解に大きく貢献した。今後も病態モデルで得られた基礎的知見とヒト疾患に関する臨床的知見を統合解析することで、免疫疾患の病態の理解がさらに深まることが期待される。残念ながらヒト免疫学研究では米国に遅れをとったが、実績のある基礎免疫学研究の基盤を活かし、ヒト免疫学研究においても日本の存在感を増すことが期待される。

一方で、2024年度より本格的に始まった医師の働き方改革により、医療に従事する勤務医（大学教員を含む）の研究時間の確保が一層困難となり、臨床研究や、医学領域における基礎研究の停滞が危惧される。この点に関しても今後の動向を注視し、可能な限り速やかにサポート体制を整備すべきである。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：小田 竜也

所属・職：筑波大学医学医療系・教授

区分：医歯薬学専門調査班 主任研究員

調査研究題目：「消化器外科学（臨床）分野に関する学術研究動向及び学術振興方策-外科学におけるAI/手術ナビゲーション/ロボット手術の現状と展望」

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：外科手術、ロボット、AI、ナビゲーション

本研究では、AI・ロボット・ナビゲーション技術の外科臨床への応用と、その周辺にある教育・評価・制度設計に関する学術動向を多角的に調査した。

国際学会としては欧州内視鏡外科学会（EAES2024）、CARS、AACR Pancreasに参加し、AIによる手術評価（CVS Challenge）や、術中ナビゲーション（Eurika）、蛍光プローブによる膵癌手術支援（cRGD-ZW800-1）など、外科手術と情報工学・光学・画像解析との融合が進展していることを確認した。特に、ロボット手術の合併症・死亡率に関する国際RCT（DIPLOMA-2）の報告は、今後の制度的議論に資するデータとして注目された。

またCARSでは、ARによる手術器具操作支援やロボット看護師の研究など、次世代手術室（Digital Operating Room）の構築に向けた技術開発が進んでいた。国内では日本外科学会および日本肝胆膵外科学会に参加し、ロボット直腸手術のエビデンス創出、肝胆膵領域での導入実態、認定制度、保険制度との接続可能性を中心に調査した。

これらの成果をもとに、今後の外科教育改革・研究支援制度・医療制度設計におけるAI/ロボティクス技術の位置づけと支援のあり方について考察を行った

令和 6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：宮田 卓樹

所属・職：名古屋大学大学院医学系研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 主任研究員

調査研究題目：医歯薬学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策—医歯薬学と自然科学・工学等の諸分野との接点における発展

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：器官形成、力学的要因、分野横断的研究

本担当者が取り組んできた「脳の生い立ち（発生）」に関する研究は、例えば国際的なゴードンカンファレンスが「Neural Development」というテーマで長年開催されてきたことに表れるように、20世紀から世界的に一定の注目を集めてきた。科研費においては、現行の小区分 46010 神経科学一般（内容の例に「神経発生」）あるいは 46020 神経形態学関連（内容の例に「形態形成」）、48010 解剖学関連（内容の例に「発生学」）、44020 発生物学関連などが主たる応募先となってきた。近年は、より病態・疾患に注目する方向（51030 病態神経科学など）への流れも意識され、そうした取り組みは iPS 細胞から作成したオルガノイドを用いるなどの創薬研究とも結びつけられながら進んでいる。一方、培養下の状況を比較的単純な細胞塊レベルから、複雑性・組織間協働性に関して本来の生体に近いレベルに高めようとする取り組みもなされており、90120 生体材料学関連などとの接点も従来以上に増しつつある。さらに、細胞の集団としてのふるまいを数値シミュレーションにより予測し高次の形態・機能を理解・創出しようとする取り組みが浸透しつつあり、脳発生のしくみの理解への応用が期待される。また、発生中の器官等の構造を支える力学的様態・原理の理解も重視され、様々な取り組みがなされつつある。こうした状況をふまえ、医歯薬学と他の諸分野との交流・連携を通じたどのような研究展開が期待されるか等の観点で学術動向調査を行なった。工学系（土木や建築なども含め）あるいは植物研究等からも書籍やインターネットを通じて収集した。また関連する国内外の研究集会に参加し分野横断的な取り組みや若手研究者の科研費応募先区分等について意見交換・情報収集した。専門家を招聘しての調査も行なった。その結果、従来以上に「医歯薬学」と「生物学」あるいは「工学」の重なりが大きさが感じられた。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：五十嵐 和彦

所属・職：東北大学大学院医学系研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：医化学関連分野に関する学術研究動向 -生物情報科学との融合研究の動向

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：医化学、トランスクリプトーム、情報科学技術、研究インフラストラクチャー

基礎医学領域では、情報科学技術を活用した研究が急速に発展しつつある。本調査研究では、医化学関連分野を中心に生物情報科学との融合研究の動向を国内外にて調査し、注目すべき研究例について、研究体制や研究インフラストラクチャー、工夫などを調査することを目的とした。

研究手法としては従前のトランスクリプトーム変化とメタボローム変化の時系列解析に加え、シングルセルトランスクリプトームや空間トランスクリプトームに関する論文が急増している。研究体制について今年度の調査で注目されたのは以下の点であった。シカゴ大では優秀な博士研究員を学外で独立すべく支援するだけではなく、大学内で講師を経てテニユアトラック助教授に進む経路も重視しているとのことであった。これは、若手がそれまでに確立した学内の共同研究ネットワークを最大限に活用して新しい研究プロジェクトを立ち上げて行くことで、大学にも貢献してもらおうという狙いとのことであった。生化学系PIと情報科学系PIの協力関係を持続的に発展させていく上でこのような仕組みは有効かもしれない。インドでは assistant professor 時から米国と同様に完全独立で研究室を立ち上げ、小さいチームが多数あることで研究の多様性を広げるとともに、チーム間の共同研究も活発であることを確認できた。この仕組みが成り立っているのは、独立した若手に所属大学や研究所から内部資金を活用した手厚い研究費支援があることが鍵となっていることを現地でヒアリングしたPIらが説明していた。ここは日本で決定的に欠けていることと思われる。若手PIでも数名の博士課程院生を指導しており、博士院生が研究実施の上での実働部隊となっている。日本でも博士課程院生と教員のバランスをとっていく必要があると思われる。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：大高 章

所属・職：徳島大学大学院医歯薬学研究部（薬学域）・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：構造改変ペプチド・タンパク性医薬分野に関する学術研究動向

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：ペプチド、タンパク質、修飾ペプチド、RiPPs(Ribosomally Synthesized Post-translationally modified Peptide)、医薬展開

生理活性ペプチドやタンパク質が近年創薬モダリティーとして注目を集めている。インスリンやインクレチンに代表されるペプチドの利用されており、インクレチンなどはやせ薬として新聞紙面を沸かせた。さらに、これらペプチドの医薬展開を進めるため、その体内動態の改善を目指した取り組みが盛んに行われるようになってきた。ペプチド類の医薬展開における学問的基盤は、物質供給を目指した有機化学から、動態改善のための物質デザイン・合成へと多岐の学問領域にわたっている。これら内因性ペプチドを起源とする創薬展開とは異なるものとして、私たちの腸管に存在する腸内細菌が作り出すRiPPs(Ribosomally Synthesized Post-translationally modified Peptide)が注目されており、高度に修飾された構造に由来する安定性から創薬シードとして大いに注目されている。令和6年度はRiPPsの創薬展開並びにその合成化学的基盤技術に関する調査研究を実施した。これに加えて、昨年度からも手掛けてきた修飾ペプチド・タンパク質の医薬研究に関する調査研究も実施した。調査内容としては以下のものが該当する。

- RiPPs 分野におけるトレンド、新たな研究領域、新たに生まれつつある分野横断的・融合的な研究分野、今後重要性を増すと思われる研究分野等の動向調査
- 修飾ペプチド・タンパク性医薬分野又はその周辺分野におけるトレンド、新たな研究領域、新たに生まれつつある分野横断的・融合的な研究分野、今後重要性を増すと思われる研究分野等の動向調査
- RiPPs、修飾ペプチド・タンパク性医薬分野又はその周辺分野における国内外の最新の研究例や注目すべき研究例などの動向調査
- RiPPs、修飾ペプチド・タンパク性医薬分野における科学研究費助成事業の審査区分、キーワード等に関連した調査分析等
- RiPPs、修飾ペプチド・タンパク性医薬分野における学会発表論文や学術図書出版の傾向、データベースを利用した解析等

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：大塚 稔久

所属・職：山梨大学大学院総合研究部医学域・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：神経科学一般関連分野に関する学術研究動向

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：大規模研究、digital brain、ポストコロナ

神経科学分野では、2013年から開始となっていた米国のBrain InitiativeおよびEUのHuman Brain Projectが終了し、前者は継続プロジェクト、Brain Initiative2.0がスタートした。そこでは、包括的なヒト脳細胞アトラス、哺乳類の全脳マイクロコネクティビティ・マップ、脳細胞タイプへの精密アクセス・ツールという3つの大規模なテーマ設定がなされている。これらは、これまでの米国Brain Initiativeの成果を利活用し、更に発展させることで、神経科学研究とヒト脳疾患の治療に変革をもたらすと期待されている。一方、EUのHBPの後継プロジェクトは未だ明確には示されていないが、EU各国がヴァーチャルに連携するEBRAINが継続されている。断片的になりがちなEU各国の大規模データ・情報を、国境や分野を超えて統合、連携させることにより、digital brainの構築を通じて脳機能の根本原理の解明や精神神経疾患の理解と治療法の開発につなげるとしている。また、中国も北京と上海に2つのBrain Initiativeを有しており、かなり大規模に脳科学分野に投資している印象を受ける。このような流れの中で我が国では、AMEDが主導する大規模脳研究プロジェクト・革新脳および国際脳が3月で終了した。そして、その後継プロジェクトとして、脳神経科学統合プログラム（脳統合プログラム）が同3月に新たに開始された。このような、AMEDやJSTが先導的に進めるトップダウン型の脳科学研究とJSPSの科研費によってサポートされるボトムアップ型の個別の脳科学研究を如何に連携・融合させていくかが今後の課題と思われた。

ポストコロナとなり、ハイブリッド開催の研究会・学会が未だに主流であるが、対面のみ学会なども増えてきた印象を受ける。参加者の声を聞くと、研究会やシンポジウムは対面の方が、ディスカッションも充実し、得られる情報の質も高いと皆感じているようであった。一方、Web参加のメリットもあるものの、ハイブリッド開催は対面開催よりも開催費用が高額になることから、主催者の経済基盤が開催形式に影響を及ぼすことが考えられる。

令和 6 (2024) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：宿南 知佐

所属・職：広島大学大学院医系科学研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：「口腔・運動器疾患に関する学術研究動向—健康寿命延伸に向けた研究の新たな潮流と展開—」

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：口腔科学、運動器科学、再生

本研究では、口腔・運動器疾患に関する学術研究動向を調査し、先端的な解析技術の導入に着目しつつ今後の課題や展望について考察した。口腔は、摂食・咀嚼・嚥下を通じて生命維持に重要な役割を果たしており、その機能障害は加齢に伴う運動器疾患とともに、QOLの低下を招く要因となっている。近年、これらの分野では、病態解明や再生医療応用に向けた先端的な解析技術の導入が進んでいる。シングルセル解析では、歯周靭帯や歯胚、歯・骨などから単離した細胞の多様性や分化経路が明らかになりつつあるが、硬組織の酵素処理によるバイアスが課題であり、細胞局在情報を保持した空間トランスクリプトーム解析が注目されている。ナノポアシーケンスは、複雑なゲノム構造やリピート領域の解読に有効で、骨形成不全症やX染色体連鎖性低リン血症などの解析にも活用されている。オルガノイド技術は、iPS細胞から誘導される三次元構造体が、発生現象の再現や病態の機構解明、創薬スクリーニングに活用されている。特に、歯胚、唾液腺、顎骨、関節軟骨のオルガノイドは、複雑な組織間相互作用に関する新たな知見を提供している。イメージング技術の進展により、蛍光レポーターマウスの組織透明化と二光子励起顕微鏡や共焦点顕微鏡の併用によって、生体深部における細胞動態を三次元的に可視化することが可能になっている。硬組織を解析するマイクロCT/ナノCTは、造影剤の併用により軟組織の可視化にも応用されている。ゲノム編集技術では、塩基編集やプライム編集などの手法が開発され、より安全性の高い遺伝子治療への応用が進められている。また、筋疾患領域において、ゲノム編集技術とアデノ随伴ウイルスベクターとの併用による治療が期待されている。これらの技術革新は、基礎から臨床に至るまで本分野の研究を飛躍的に加速させているが、同時に、国内における解析機器や技術の共有を可能とする研究基盤の整備や次世代を担う人材育成が急務となっている。今後は、国際的な連携強化や、基礎・臨床・工学・情報科学といった分野横断的な基盤の構築が、口腔・運動器科学の分野のさらなる発展に不可欠であると考えられる。

令和 6 (2024) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：西田 幸二

所属・職：大阪大学大学院医学系研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：眼科学関連分野に関する学術研究動向 - 分野横断的アプローチによる眼疾患克服の動向と展望 -

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：眼再生医療、眼オルガノイド、AI 研究

日本は iPS 細胞技術を用いた再生医療分野、特に角膜移植や網膜移植で世界的に注目されているが、一方で緑内障、糖尿病網膜症、網膜色素変性症といった日本人の中途失明原因上位疾患に対する確立された治療法は未だ存在しない。これらの難治性疾患克服に向け、病態解明、早期診断、そして再生医療や AI 技術を活用した新たな治療法開発への期待が高まっている。近年の眼科学研究では、再生医療と AI の活用が目覚ましい進展を見せている。再生医療では、大阪大学のグループが iPS 細胞由来の角膜上皮細胞シート移植の臨床研究で安全性と有効性を示唆し、角膜疾患治療に新たな可能性を開いた。また、網膜オルガノイドを用いた研究も活発であり、遺伝性網膜疾患の病態モデルとして、メカニズム解明や治療法開発に貢献している。AI 技術は、画像診断への依存度が高い眼科領域で急速に導入が進んでいる。糖尿病網膜症では、AI システムが眼底写真から高精度で病変を検出し、スクリーニングや病期分類に貢献する。緑内障においても、AI は眼底写真や OCT 画像を解析し、早期診断や進行予測の精度向上に寄与しており、特に OCT 画像を用いたモデルで高い精度が報告されている。さらに、GPT-4 のような大規模言語モデルが診断や治療方針に関する助言で専門医に匹敵する性能を示す可能性も報告されており、今後の活用が期待される。網膜色素変性症 (RP) 研究においては、遺伝子治療や細胞治療への期待に加え、AI 技術の統合が加速している。AI は OCT などの高度な画像解析を支援し、治療効果の精密な評価や適切な患者選択に貢献することで、治療法開発を後押しする。また、RP の遺伝的な多様性に対応するため、原因遺伝子の種類によらず広範な患者に適用可能な、神経保護や抗炎症といった共通経路を標的とする治療戦略や、網膜機能を調節する遺伝子を導入する治療法の開発も進められている。このように、再生医療、AI、そして高度なイメージング技術の融合は、眼科学研究に大きな変革をもたらし、診断精度の向上や個別化治療を推進している。これらの進歩は、これまで治療が困難であった遺伝性および加齢性の網膜疾患に対する新たな治療法の開発を加速させ、視機能の回復・維持に向けた大きな希望となっている。

令和 6 (2024) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：藤城 光弘

所属・職：東京大学大学院医学系研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：消化器内科学分野に関する学術研究動向

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：消化器疾患、臨床内科学、医工連携研究

消化器内科学は器官システム内科学の1分野であり、消化管、胆道・膵臓、肝臓に発生する疾患の病態解明研究、診断・治療法の開発研究を主に行う学術研究分野である。消化器疾患の診断・治療には各種医療機器が必要不可欠であることから、その開発・改良を目指した工学系学術研究分野との医工連携研究も盛んに行われており、診療に伴い付随的に得られた生体情報や生体試料を用いた、生命現象・疾患病態の解明研究も行われている。

以上の背景から、消化器内科学に纏わる研究成果の動向を調査したところ、数々の新知見が2024年度に報告されていたので、代表的なものを紹介する。

1つ目は消化器内科学と代謝および内分泌学との融合研究である。MAFLD/MASH（代謝異常関連脂肪性肝疾患/肝炎）においては、消化器関連ホルモンの受容体に作用する、既報で示されているGLP-1受容体作動薬に加え、GIP/GLP-1受容体作動薬、GLP-1/グルカゴン受容体作動薬、GLP-1/GIP/グルカゴン受容体作動薬に対する有用性がプラセボを対象としたRCTで検証されたことから、これらのモノ、デュアル、トリプル受容体作動薬をMAFLD/MASH治療にどう位置付けていくのか、今後の研究動向が注目される。

2つ目は、消化器内科学と細菌学との融合研究である。腸内細菌叢と各種全身疾患との関連研究においては、便検体を用いた16SrRNA解析やショットガンメタゲノム解析で示されてきた細菌種の割合ではなく、宿主因子である強力な共変数で補正した細菌種の量を用いることで、今まで見えていなかった真の疾患関連性を示すことができる可能性が報告されたことから、本分野の研究手法が大きく変革する可能性がある。

3つ目は、消化器内科学と工学系学術研究分野との連携研究である。大腸ポリープの検出および鑑別診断のAI研究においては、メタアナリシスにより検出AIはやや有用、鑑別診断AIは有用とは言えないと結論付けられたことから、医工連携の強化による更なるAI開発が求められる。

上記の代表例が示すように、消化器内科学の学際的研究に進歩がみられ、これらに着目して学術研究動向に関する調査研究を実施することにより、本分野においてわが国が進むべき学術領域の方向を示すことが可能になるものと考えている。

令和 6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名： 森 康子

所属・職：神戸大学大学院医学研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目： ウイルス学および免疫学分野に関する学術研究動向-ウイルスの病原性発現機構と制御法開発への応用

キーワード：新型コロナウイルス、ヘルペスウイルス、ワクチン、若手研究者育成、国際交流

感染症研究の動向につき報告する。

第 23 回日本バイオセーフティ学会総会・学術集会においては、自然災害および感染動物飼育施設におけるバイオリスクマネジメント、新規のバイオハザード対策用キャビネット、実験用動物における輸入検疫および病原体検査、さらに感染症における病院のリスク管理についての講演があった。動物実験も含めた多岐にわたる講演内容で、感染症におけるバイオセーフティの重要性および必要性を再認識した。第 70 回日本ウイルス学会学術集会では、ウイルスの性状解析や宿主細胞との相互作用に関する解析、ワクチン、抗ウイルス剤や抗体薬に関する解析や宿主免疫応答に関する解析など多くの成果が発表されていた。兵庫県姫路市で開催された 12th international conference on HHV-6&7 では、ヒトヘルペスウイルス 6A/6B およびヒトヘルペスウイルス 7 研究における最新の知見を得た。特に、宿主細胞へのウイルス遺伝子の組み込みや宿主への影響、さらに造血幹細胞移植後のウイルス再活性化と脳炎に関して活発な討論がなされた。イタリアのフローレンスで開催された The international Union of Microbiological Societies(IUMS)2024 Congress に参加し、ウイルス学および細菌学に関する最新の知見を得ることができた。

これらの学会において注目すべき多くの発表があり、基礎・臨床研究の最前線が討議され、感染症研究領域の重要性を改めて感じた。

令和 6 (2024) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：茂呂 和世

所属・職：大阪大学大学院医学系研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：自然リンパ球分野に関する学術研究動向-抗原非依存的に進行する疾患に関する研究の潮流と展開-

主な調査方針： 1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：アレルギー、自然リンパ球

Th2 細胞および 2 型自然リンパ球 (ILC2) はアレルギー性疾患の発症と進展において中心的な役割を担っており、近年の研究ではこれらの細胞の機能的連携や組織特異的な役割、さらには代謝や神経系とのクロストークにまで注目が集まっている。従来、アレルギー反応の主なエフェクター細胞は Th2 細胞とされてきたが、ILC2 の発見以降、自然免疫系と獲得免疫系の協調的な応答機構が再評価され、特に ILC2 が IL-5、IL-13、IL-4 などのサイトカインを迅速に分泌し、Th2 細胞自体の分化や活性化を促進することが明らかになっている。また、Th2 細胞が分泌する IL-2 が ILC2 の増殖に寄与するなど、両者の間には正のフィードバックループが存在することが示されている。ILC2 は肺、皮膚、腸などのバリア組織に常在し、局所環境に応じて特異的な応答を示す。たとえば肺においてはアレルゲン吸入に反応して迅速に活性化され、気道過敏性や粘液産生を誘導する一方で、腸では神経細胞や腸内細菌と連携して免疫恒常性の維持に寄与する。加えて、ILC2 は再刺激に対して強化された反応を示す記憶様特性を有することが報告されており、これは慢性アレルギー疾患における再発や遷延化のメカニズムと関係している可能性がある。また、神経系とのクロストークにおいても、神経ペプチド (NMU、VIP など) による直接的な活性化が報告されており、アレルギー反応における神経-免疫系の統合的理解が求められている。治療的観点からは、Th2 細胞と ILC2 が分泌する IL-4、IL-5 および IL-13 に対する抗体製剤や、ILC2 を活性化する TSLP に対する抗体製剤がアレルギー性疾患に使用されるようになってきており、ILC2 そのものを標的とする新規治療戦略の可能性も検討されている。これらの知見は、Th2 細胞と ILC2 の動態を統合的に理解し、急性および慢性アレルギー病態の根本的な解明と治療戦略の構築につながることを期待されている。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：柿田 明美

所属・職：新潟大学脳研究所・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：病態神経科学分野に関する学術研究動向 -神経病理学とその周辺分野における新たな潮流

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」

「AI・DX化」に関する調査

キーワード：病態神経科学、神経病理学、単一核・単一細胞の分子プロファイリング、空間的トランスクリプトーム解析

病態神経科学分野では、脳神経疾患や精神疾患の病態形成メカニズムを解明し、診断・治療法や予防法の確立を目指した研究が進められてきた。これまで、モデル動物や細胞系を用いた生理学・生化学・形態学・分子遺伝学などの手法が活用され、多くの成果が蓄積されてきた。近年、これらの技術的知見をヒト疾患脳組織に応用する技術が進展しており、従来では困難とされていた実際の病巣組織を対象とした分子プロファイリングが可能になりつつある。特に、単一細胞レベル (scRNA-seq) および単一核レベル (snRNA-seq) の分子発現解析が実現し、バイオインフォマティクス技術を活用することで、細胞種ごとの詳細な分子発現プロファイルが取得できるようになった。また、空間的トランスクリプトーム解析 (Spatial Transcriptomics, ST) により、細胞の空間的位置情報と分子発現データを統合的に解析できる技術基盤が整いつつある。これにより、細胞間ネットワークや病態との関連性を精緻に把握することが可能となり、基礎研究者と臨床研究者の協働による多角的な病態解明が期待されている。一方で、これらの最先端技術を用いた研究は活発化しているものの、実際の成果報告はまだ限定的である。この背景には、主に以下の2つの課題があると考えられる。第一に、バイオインフォマティクスの解析障壁である。膨大な生データを取得したとしても、適切なアルゴリズムの選定や解析手法の組み合わせには高度な専門知識が必要とされ、支援できる専門家が限られている。第二に、標本の質的制約がある。特にホルマリン固定パラフィン包埋 (FFPE) 標本の RNA 保存状態は劣化しやすく、解析に適した特別な標本処理が求められるため、再現性のあるデータ取得が困難である。今後は、バイオインフォマティクス技術の普及と専門人材の育成、質の高いヒト標本の確保が求められている。これにより、革新技術の成果が加速的に蓄積されることが期待されるとともに、異分野間の連携による包括的な研究アプローチが新たな治療法の開発につながる可能性がある。単一細胞・単一核の分子プロファイリングと空間的トランスクリプトーム解析は、病態神経科学分野の新たな地平を切り開く重要な技術であり、今後のさらなる発展が注目される。

令和 6 (2024) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：工藤 興亮

所属・職：北海道大学大学院医学研究院・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：「放射線科学関連分野での学術研究動向—AI を含めた先端イメージング技術—」

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：画像診断、医療 AI、最新技術

近年、放射線科学の分野では AI 技術の進化を背景に、画像再構成および画像解析の両面で革新的な研究が急速に進展している。ディープラーニングや生成 AI、大規模データを活用した解析基盤の高度化により、画像診断は高精度化と自動化が進み、新たな臨床応用が広がっている。特に、AI によるスパースデータからの画像再構成は臨床実装が進んでおり、低線量 CT や高速 MRI では、画質と被ばく・撮像時間の最適化が実現されつつある。

画像解析の分野でも、Transformer ベースのアーキテクチャやマルチモーダル AI が登場し、画像とテキスト、電子カルテ情報を統合的に解析する研究が加速している。病変検出・分類から診断支援、予後予測、治療選択に至るまで AI の応用は拡大しており、医療機器プログラム (SaMD) としての臨床応用も本格化している。さらに、画像と大規模言語モデル (LLM) を組み合わせたマルチモーダル AI により、画像からの読影レポート自動生成や自然言語による画像ナビゲーションなどの新機能も実現しつつある。

CT 分野ではフォトンカウンティング CT (PCCT) の実用化が進み、空間分解能とエネルギー分解能の両立が可能となってきた。これにより、造影剤の特異的評価や組織特性に基づく診断が可能となるだけでなく、AI との統合による新たな画像解析技術の展開が期待されている。MRI では Na や P、C などを対象としたマルチニュークリア MRI や、ハイパーポラライズド MRI による代謝イメージングの研究が進展しており、細胞レベルの代謝状態を非侵襲的に可視化することが可能になりつつある。

本年度は、北海道大学において国際医療 AI シンポジウムを開催したほか、GCB シンポジウム、北海道大学—ソウル大学校ジョイントシンポジウム、RSNA などの国際学会にも参加した。これらを通じて、国内外の研究者と先進的な医療 AI 研究に関する知見を共有し、国際連携の強化と情報収集を行った。特に韓国における研究開発やスタートアップの活発さからは、日本の医療 AI 研究のあり方を再考する契機を得た。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：河野 あゆみ

所属・職：大阪公立大学大学院看護学研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：高齢者看護学および地域看護学に関する学術研究動向

キーワード：学術集会，高齢者看護学，在宅看護学，地域看護学

現代の日本社会は、少子超高齢化や総人口・生産年齢人口の減少が進み、パンデミックや大規模な自然災害を経験している。これらの経験は、人々の生活や価値観、健康や生活の質を維持する社会保障の必要性を多様化させ、大きく変化させている。特に医療保健福祉分野では、直接サービスを担う人材の減少が予想されるため、これまでと異なる先進的なケア技術やケアシステムの開発が急務である。

看護・介護領域では人工知能やIoT（Internet of Things）を利用した技術開発が進められており、医療DX（デラックス）を通じて医療分野のデジタル化が進んでいる。国民健康保険や高齢者医療、介護保険の給付データなどが電子的に集積される仕組みが構築されつつある。

2024年度も高齢者看護学および地域看護学の学術動向の調査を行った。国内外の関連学会における学術集会の開催状況やセッションの構成などから、先進的なケア技術の開発や実装の現状、ケアシステムの構築、対応する人材育成のあり方などに関する研究動向を把握した。

日本老年看護学会やアメリカ老年学会、日本地域看護学会、日本看護科学学会などでは、テクノロジーや遠隔看護システムの活用による生活援助、老年学研究における人口知能の適用などのセッションがみられていた。また、日本在宅ケア学会では、リアルワールドデータの活用、ICTや3Dプリンタを用いた在宅ケアの技術開発などに関するセッションもみられた。しかし、看護実践者の参加が多い学会では、これらのテーマに関するセッションはみとめられなかった。

以上より、高齢者看護学および地域看護学関連分野では、人工知能を活用したケア評価やニーズ把握、ロボット技術の支援方法などに対する関心が高まっていることが明らかになった。特に学際性の高い学会では、先進的なケア技術やケアシステムに関する研究が進んでいるものの、看護実践における新たなテクノロジーの活用はまだ十分ではないと考えられる。

令和 6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：坂田 麻実子

所属・職：筑波大学医学医療系・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：「血液学および腫瘍内科学関連分野に関する学術研究動向 - データサイエンスを取り入れた基礎研究の潮流と臨床実装を目指した免疫療法の将来展望-」

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：AI・DXによる研究の変革新たな研究分野・トレンド、若手研究者養成、国際交流

血液学および腫瘍内科学関連分野においては、研究動向がダイナミックに変化し、多くの血液学の研究者に影響を与える血液腫瘍学、血液免疫学を中心として調査研究を行った。

血液腫瘍学・血液免疫学領域およびその周辺分野において、臨床検体を主たる研究対象としたゲノム解析・遺伝子発現解析・エピゲノム解析等を一細胞レベルで行うマルチオミクス研究について、一層進展していた。さらに、空間的な一細胞解像度で遺伝子発現やタンパク解析を行う空間オミクス解析技術が飛躍的に進歩しており、本領域では急速に研究に取り入れられていた。今後も大きな潮流となることが予想された。また、血液腫瘍学においては、腫瘍サンプルを複数回採取できる特性を活かし、時空間的な広がりを持つ多次元のマルチオミクス解析についても展開されていた。ビッグデータを扱うため、それを解析するAI等の情報解析手法も同時に開発されており、各研究者や研究グループが取得したビッグデータを共有することで研究の加速が試みられていた。

さらに、血液腫瘍学・血液免疫学においては、多彩な抗体薬や分子標的療法が開発されてきた。加えて、T細胞に改変した受容体を導入し、特定の抗原を持つ腫瘍細胞に対して抗腫瘍効果を発揮するキメラ抗原（CAR）-T細胞療法などの細胞治療も、国内外で盛んに研究開発が進められていた。

国内外での学術集会等における研究交流活動については、COVID19 流行期には完全オンライン形式をとるものが多かったが、COVID19 の流行が一定程度は収束したことに伴い、ハイブリッド形式あるいは COVID19 以前と同様のオンサイト形式に戻していることが多く、研究者同士の直接の交流は本格的に再開された。こうした交流活動が一旦は中断されたことで、交流活動が研究の活性化に与える影響を高く評価する研究者が多いようである。こうした潮流のなかでは、とりわけ、国際学会においては、本邦からの研究者の参加を促し、本邦の優れた研究成果を発信する機会を増やす必要性を感じた。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：玉腰 暁子

所属・職：北海道大学大学院医学研究院・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：衛生学、公衆衛生学および疫学研究分野関連分野に関する学術研究動向
ー公衆衛生学を中心とする社会医学分野における研究動向ー

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」
「AI・DX化」に関する調査

キーワード：社会医学、公衆衛生学、社会環境要因、公衆衛生課題

2017年から2024年に日本公衆衛生学会総会で発表された一般演題についてトピック・モデリングを用いて分類し、その増減傾向を分析した。基本的な健康リスクと社会環境要因（生活習慣・社会的孤立・環境要因）に関しては、比較的安定した数の演題が発表されていた。一方、災害支援・多文化対応・育児支援などの多様化する社会背景に応じた地域支援や健康行動の促進・ヘルスリテラシー・介護予防など一次予防に関する演題は近年増加傾向にあり、多職種連携、人材育成、行動変容支援に関する演題は近年減少傾向が認められた。公衆衛生学会は日本の社会医学領域を広くカバーする学会である。社会医学の研究は個別疾患のリスク探究だけでなく、集団における疾病関連要因の分布や地域レベルでの介入効果などを見るものも多く、また疾病予防に資する制度設計も重視される分野である。また、その時々々の公衆衛生課題（特に感染症や災害時の公衆衛生支援）への迅速な対応が求められることも特徴といえる。一定のエビデンスが得られたテーマや実践フェーズに移行した演題は減少し、その時点の課題や社会的要請に応じた新たなテーマが増加していることが確認できた。今後さらに高齢化と社会的孤立が進む場合には、フレイル予防や生活習慣病の重症化予防、若年者も含めた社会的孤立やメンタルヘルスに関する研究の重要性が増すと考えられる。加えて、AIやICTの技術進展に伴い、これらを活用した研究手法やビッグデータ解析による疾患関連因子の検討が増加するものと考えられる。

令和 6 (2024) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：中島 美紀

所属・職：金沢大学ナノ生命科学研究所・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：薬物動態学分野に関する学術研究動向 ―安全創薬研究の潮流と展開―

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：薬物動態、医薬品安全性、モダリティ、AI 創薬

関連する学会等に参加し、薬物動態分野における安全創薬研究の動向について調査を行った。医薬品は低分子化合物が中心であるが、近年では医薬品のタイプ（モダリティ）の多様性に加え、医薬品の標的分子も多様性を増している。特に RNA を標的とする創薬や、機能未知の長鎖非コード RNA の細胞内機能の役割を解明する研究が新たな潮流となってきた。さらに創薬戦略においても、仮説の構築と検証に基づく従来型の創薬の他に、膨大なデータを背景とした AI 創薬が実用化されるなど、大きな変革がみられている。薬物動態・医薬品毒性領域における AI 創薬としては、毒性リスクの低い候補化合物の選定のために AI を利用した毒性予測モデルが導入されるなど、今後の安全創薬への貢献が期待される。

近年、関連領域でよく見かけるようになってきたキーワードとして、フェロトーシスが挙げられる。鉄と脂質過酸化に依存し、従来から知られるアポトーシスやネクローシスとは異なる特徴をもつ細胞死であるフェロトーシスが、がんや神経変性疾患など多くの疾患と関連することが、ここ 10 数年ほどで明らかになってきている。最近では、医薬品による毒性にもフェロトーシスが関わっていることが示され、その機構に関する研究が活発になってきており、学会発表や論文も多くみられるようになってきている。

加えて、創薬プロセスにおける動物実験の代替法として、さまざまなヒト臓器由来細胞やオルガノイドとマイクロ流体デバイスを利用した生体模倣システム (microphysiological system) に関する研究が活発化し、学会で多くの議論が交わされている。しかし、まだ課題も多く、創薬プロセスでの実用化に向けて、今後も進展が見込まれる研究分野である。

令和 6 (2024) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：石川 拓司

所属・職：東北大学大学院医工学研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：生体医工学関連分野に関する学術研究動向

ー生体医工学と他分野の境界領域における新たな潮流ー

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：生物物理学、バイオメカニクス、医工学、微生物学、行動学

生体医工学関連分野やその周辺分野におけるトレンド、新たな研究領域、分野横断的・融合的な研究から新たに生まれつつある分野、今後重要性を増すと思われる研究分野等の動向を調査した。近年、微生物の振る舞いに着目した生物物理学分野が急成長を遂げている。この新興分野の理解には、分子生物学や微生物学、生物物理学、ソフトマター、アクティブマター、応用数学、工学などの学際的な視点が必要である。国際研究集会「Microscale Ocean Biophysics 7.0」においては、分子生物学者の Michael Kuhl がサンゴの生物学的機能を分子生物学および生物物理学の観点から考察し、物理学や工学がサンゴの研究に大いに役立つことを示唆していた。また、海洋生物学者の David Bourne が Public lecture を行い、グレートバリアリーフの現状と、今後の課題を解説した。リーフの保存と修復には政治的な影響が色濃く現れており、科学技術の問題のみならず、世論を巻き込んだ政治的な方策が重要であることを示唆していた。今後もこの学際領域の発展が期待される。

生体医工学関連分野やその周辺分野における国内の最新の研究成果は、第 36 回バイオエンジニアリング講演会で発表された。この講演会では、科研費 学術変革領域研究を基盤とした OS「生物の形づくりのプロセスから学ぶ工学展開」と「ジオラマ行動力学」が開催され、今後開拓されていくであろう新領域の最新研究が紹介された。複数の学会が連携して開催した OS「臨床バイオメカニクス学会との合同セッション」や、教育について議論する OS「バイオエンジニアリング教育を考える」も開催され、工学のみならず、医学や教育学との連携の重要性を示唆していた。生体医工学関連分野における科学研究費助成事業の審査区分、内容の例等に関連した研究分野を調査することで、今後の審査区分の改訂に必要となる重要な知見を得ることができた。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：石丸 直澄

所属・職：東京科学大学大学院医歯学総合研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：病態系口腔科学分野に関する学術研究動向—トランスレーショナルリサーチを目指した歯学研究の展開—

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：若手・女性研究者、トランスレーショナルリサーチ、SDGs

データベースを中心とした文献の調査では、口腔科学領域における質の高い研究成果の発出が見受けられ、特に、骨代謝関連の業績に関して、注目を集める業績が目立った。2024年度の本領域での学問的トピックスとして、口腔がんの骨浸潤の分子機序を明らかにした成果がNature誌に掲載され、腫瘍、骨代謝および骨免疫の分野に大きなインパクトを与えた。さらに、骨代謝と歯周病関連、歯周病と糖尿病関連などの分野で若手研究者を中心とした優れた業績が見られ、口腔から全身に広がる研究が目をつけた。特に、scRNAseqを中心とした網羅的遺伝子解析からバイオインフォマティクス研究、AIを用いた研究を取り入れたユニークな内容が見受けられた。

種々の全国学会に参加し、口腔科学分野の研究の位置付け、他分野あるいは科学全体への貢献度を探索した。口腔科学領域のみの学会では活発な活動がみられたが、全国レベルの学会では本領域の貢献度はやや低調な印象であったが、口腔科学領域の若手研究者の中で大きく活躍している者もいた。同領域での若手研究者の活躍に関しては、歯科基礎医学会、日本免疫学会、分子生物学会などで最先端の骨免疫学、運動生理学の分野で秀でた研究者が目についた。また、先端歯学国際研究教育ネットワークの議長を務め、大学院生の研究発表を主眼とした「先端歯学スクール」を主催することで、若手研究者の研究力向上に向けた取り組みを行った。

科学研究費の口腔科学分野全体の応募件数が徐々に低下しており、研究の入り口での積極性が弱まっている可能性がある。さらに、学術研究環境に関する情報収集ならびに産学連携・トランスレーショナルリサーチの調査を実施すると、各大学で女性上位職促進に向けた取り組みが少しずつ進み、女性研究者のライフステージに合わせた学術研究環境が整いつつあるが、地方大学などの一部には持続可能な研究環境の整備、産学連携が進んでいない場合も見受けられた。

令和 6 (2024) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：磯部 紀子

所属・職：九州大学大学院医学研究院究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：神経内科学分野に関する学術研究動向

キーワード：産学連携、異分野融合、国際交流、キャリアディベロップメント

神経免疫疾患やその周辺分野における学術研究の動向について、神経免疫を含む研究分野を含む学術集会等に積極的に参加し、情報収集を行った。臨床免疫の分野では、各臓器・疾患群ごとに違いはあるものの、臨床試料を用いたマルチオミックスを駆使した研究がさかんに行われ、個別化医療、precision medicine 実現に向けた取り組みが多く認められた。さらに、血液腫瘍領域において行われている CAR-T 細胞療法の新たな対象として、免疫疾患が注目され、今後の応用に向けた取り組みが行われていることを確認した。最近では、各学会で、現在における研究の状況や将来研究が向かう方向性について提言書が作成されており、日本神経学会では「脳神経疾患克服に向けた研究推進の提言 2024」¹⁾が発表された。海外学会では各国・地域の基礎・臨床研究者と、互いの基礎・臨床研究の状況について情報交換を行った。

また、様々な学術集会において、産学連携の在り方についてのシンポジウムや産学連携を推進するためのセミナー等、多く企画されていることも知ることができた。企業を若手研究者と訪問し、生命科学分野におけるブレイクスルーに必要な事項について意見交換を行った。

さらに、国内外において、キャリアディベロップメントを後押しする企画も多くみられた。例を挙げると、学会におけるダイバーシティを推進する委員会活動やセミナーが開催されたり、Meet The Expert のような企画により、若手研究者が分野をリードする研究者から直接キャリア形成に関わる助言を得たり、交流を深めたりすることができる企画や、海外留学への助成事業が行われたり等、活発に行われていた。

臨床医の現場では、臨床研修必修化、専門医制度の変更等もあり、研究を開始するタイミングが従来よりも非常に遅くなっている。現場で得られた clinical question を研究し、社会に還元するために不可欠な研究が活発に行われる環境を整備するために、柔軟なキャリアパス形成を促す仕組みが必要と考える。

参考：

1) 日本神経学会「脳神経疾患克服に向けた研究推進の提言 2024」

https://www.neurology-jp.org/images/teigen_2024.pdf

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：岡田 誠司

所属・職：大阪大学大学院医学系研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：外科系診療分野に関する学術研究動向

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」「AI・DX化」に関する調査

キーワード：医工連携、人工関節、リハビリテーション、専攻医教育

近年、外科系診療分野においては低侵襲化が大きなテーマとして掲げられてきた。特にロボット手術やナビゲーションの普及により、整形外科領域での人工関節手術等においては治療成績の向上と安定化に繋がったと報告されている。学術研究に於いてもコホート研究を中心として AI や工学技術支援が手術の低侵襲化や入院日数の短縮に繋がるという報告がある一方で、医療経済的には手術点数に見合わない導入コストや維持費など、多くの課題が残されていることが明らかとなった。特に、技術習得にかかる教育システムの整備が追いついていないため症例や若手希望者は都市部に偏在するという傾向に拍車がかかっている。同時に、本来は診療業務の軽減に繋がるはずの技術が、プロクター制度や手術時間の延長によって自らの業務過多を招いている側面もあり、これが外科医減少にも繋がっているのではないかとの声も聞かれた。実際に新専門医制度が導入されて以降、外科を専攻する若手医師は 2018 年度は全専攻医のうち 9.6%であったが、2024 年度は 8.5%に低下している。マンパワーの減少は学術研究に直接的に大きな影響を与えるため、今後の学術論文数の推移などに注目する必要がある。低侵襲化とともに今世紀に入ってから再生医療が注目を集め、学術研究としても大きな柱の一つとなった。細胞のリプログラム技術の進歩によりオルガノイド研究などが大きく発展しているが、臨床への応用面という観点からは再生医療の実用化は軟骨欠損部への細胞移植等を除いてまだまだ初期段階と言える。科研費の審査区分に関しては外科系診療分野は医工学、栄養、筋肉、スポーツ、リハビリテーションなど幅広い領域に関わるが、異なる少区分に類似のキーワードが散見されるため今後更なる議論が必要と考えられた。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：清川 悦子

所属・職：金沢医科大学医学部・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：人体・実験病理学分野に関する学術研究動向—基礎研究と診断業務における最新技術に対する意識調査

主な調査方針：3. 若手研究者の育成・キャリアパス、男女共同参画、オープンサイエンス等に関する動向調査

キーワード：病理診断のAI化、デジタルパソロジー、働き方改革

日本病理学会のDEI推進委員会が、2024年1月—2月に行ったWebアンケートの一部を解析した。病理専門医及び専攻医3417人を対象としたものであり、1635件の有効回答（回答率47.8%）で、600床以上の大規模病院に勤務する病理医が半数近かった。勤務時間を10とした場合、診断に占める割合が6—8程度であり、教育・研究に占める時間は4未満がどの年齢層でも6—7割を占めていた。自由回答では一般病院では研究の意義はあるのかななどのコメントも見られ、「働き方改革」順守のため、研究時間は「自己研鑽」にせざるを得ないなど、研究に割く時間や意欲を育てているとはいえず、タスクシフトも進んでいない現状が浮き彫りになった。

機械学習や深層学習による画像診断のためには、画像のデジタル化が必須である。病理診断が保険収載されるためには、画像スキャナーやディスプレイが医療機器としての基準を満たす必要があり、購入決定権をもつ病院としては、設備投資に見合うだけの価値があるのかを見極める必要がある。病理医にデジタル化の意欲はあっても、設備として揃えるのは難しい施設が多い。

学会では、病理医が筆頭で発表する場合もあるが、担う作業としては診断技術が必須である画像のアノテーションであり、材料提供に留まる。プログラミングなどの素養があれば出身学部に関係なく研究をリードできるが、学位のために即席で機械学習などを習っても十分な時間が割けないこともあり、コンピュータに慣れ親しんできた工学系出身者のレベルに届かず、研究としても未熟になってしまうことが指摘されている。これはゲノム解析に携わった病理医からも聞かれる意見で、ゲノム診断は病院で機能させるためには病理検体を扱う病理医の視点は必要ではあるが十分でない。今後は、病理医と工学系専門家とがより協同して、システム構築する方向に導くことが重要であると考えられる。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：久場 博司

所属・職：名古屋大学大学院医学系研究科・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：生理学分野に関する学術研究動向 ―感覚研究の新たな潮流と展開―

キーワード：内部感覚、多感覚統合、異分野融合、XR 技術、細胞工学

個々の感覚系を対象として末梢の受容器や中枢の神経核・脳領野など感覚路の各階層での解析が中心であった感覚研究は、近年マイクロとマクロの両面で大きな広がりを見せている。マイクロの面では、クライオ電顕や分子動力学モデルを用いたタンパク質のナノレベルでの構造・動作に基づいた刺激受容機構に関する研究、オミクスや機能スクリーニングを用いた新たなセンサー分子の探索、さらにこれらの知見の創薬への応用などの研究が行われている。マクロの面では、機能イメージングを用いた多感覚統合に関する研究や感覚を超えた全身機能との連関に関する研究など感覚情報処理機構の包括的な理解を目指す一方で、工学デバイスや細胞工学を用いた感覚再生などの医療や産業の分野での実用化に向けた試みも積極的に行われている。このように感覚研究は、研究技術の革新に伴って深化するとともに多様化し、医療応用のみならず、人々の生活に貢献する新たな産業の創出へと繋げる流れが進んでいる。そこで、感覚研究分野とその周辺分野における研究の現状と潮流を捉えるための活動を行なった。本年度は、関連学会や研究会での情報収集、感覚研究コンソーシアムの過去数年のセミナーやシンポジウムの内容についての検討を行なった。その結果、小脳によるリズムの知覚、内耳による超音波の知覚、内臓感覚と高次脳機能との連関、上皮感覚の過敏性を担う分子細胞機構など、従来の視覚、聴覚、嗅覚、味覚、体性感覚など古典的な感覚の枠を超えた新たな研究が多数見られ、感覚研究は多彩な広がりを見せていることが伺えた。また、ヒトのオルガノイドを用いた感覚評価システムの開発、VR/XR 技術を用いた多感覚情報提示技術の開発、感覚信号をバイオマーカーとして用いる試みなど、医療・産業応用を目指した研究も多く見られ、今後、細胞工学や医用工学との融合研究が益々加速していくものと考えられる。

令和6(2024)年度調査研究実績報告書

研究担当者名：谷口 浩二

所属・職：北海道大学大学院医学研究院・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：病理学・腫瘍学分野に関する学術研究動向 -網羅的解析の新たな潮流と展開-

主な調査方針：1. 専門分野やその周辺分野における「最新研究」「融合研究」「国際性」

「AI・DX化」に関する調査

キーワード：がん、病理学、最新研究手法

本調査研究は、病理学・腫瘍学分野における最新の学術研究動向を網羅的に整理し、特にAI（人工知能）、シングルセル解析、エピゲノム解析といった先端技術の導入がもたらす影響を明らかにすることを目的として実施した。近年では、深層学習技術を用いた病理画像解析が進み、これまで病理医の観察に依存していた診断や予後予測が、より客観的かつ高精度に行えるようになってきている。また、シングルセル解析（トランスクリプトームやエピゲノム解析）の進展により、同一腫瘍内でも細胞ごとの性質の違いが詳細に捉えられるようになり、個別化医療に基づいた治療戦略の開発が期待されている。さらに、空間的トランスクリプトーム解析技術の解像度も急速に向上しており、腫瘍微小環境の構造や機能に関する理解が飛躍的に深化している。これらの技術の発展は、従来の形態学的アプローチや生化学・分子生物学的アプローチとデータサイエンスとの融合を促し、病理学・腫瘍学における新たな研究領域の形成を推進している。その一方で、異分野横断的な研究を担う若手研究者の育成や、国際的な研究ネットワークの強化といった課題も浮かび上がっている。今後は、病理学を軸とした異分野融合型の研究推進と、それを支える柔軟な制度整備が重要である。