

令和5（2023）年度調査研究実績報告書

研究担当者名：大場 雄介

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 主任研究員

調査研究題目：医歯薬学系分野における学術研究動向及び学術振興方策-出口戦略、特に「起業」に関する動向の調査-

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：大学発スタートアップ、研究成果ベンチャー、スタートアップエコシステム

R2年度およびR3年度に実施した調査研究から、2020年に始まった新型コロナウイルス感染症拡大を経て、医学研究者自らの学問に対する意識は「臨床応用等の社会実装を目指すべき」との方向に変容していた。さらに、2021年に組閣された岸田内閣はスタートアップエコシステム構築を推進している。これらの状況をふまえ、医歯薬学系分野の研究における研究成果の社会実装手段として、起業を志向したものが増加しているのではないかと考え、その動向について学会発表内容やデータベースの探索を通し考察を行った。

経済産業省の大学発ベンチャーデータベース

(https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/univ-startupsdb.html、2023年3月30日閲覧)

によると、2022年9月現在で大学発ベンチャーは3,782社、うち医歯薬学分野との密接な関係にある「バイオ・ヘルスケア」「医療機器」を業種とするのはのべ1,126社であった。この中で2020年以降に設立された大学発スタートアップ企業は53社であったが、感染症に特化した研究成果に係るものは存在しなかった。また、研究成果を事業化する目的で設立された「研究成果ベンチャー」の比率に着目すると、1996年～2022年の平均値は全分野で50.6%であったのに対し、「バイオ・ヘルスケア」「医療機器」では69.8%となっていた。すなわち、医歯薬学分野では、他社が保有する既存技術の発展にアカデミアでの研究成果を活かすのではなく（技術移転ベンチャー）、研究成果そのものの開発を進め、社会実装することを目的として起業されている。医歯薬学分野での研究は、他分野と比較し長期にわたり、高額な費用を要することに端を発している可能性がある。今後、研究者が自ら経営人材として起業するケースも増えると考えられ、それに即した施策が求められる。アカデミアが提供する研究環境のほか政府系機関が提供するリソースも重要な役割を果たしていくだろう。

令和5（2023）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：東京医科歯科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-

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、生活習慣病をはじめとした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ている。一方、免疫学の領域では、種々の免疫細胞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となりつつある。このように、従来、異なる学問領域として研究されてきた代謝学と免疫学は、密接に連携し、最近では新しい学問領域「免疫代謝（immunometabolism）として世界的な潮流となっている。さらに、免疫代謝は、加齢関連疾患の発症のみならず、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明らかとなり、再生医療の新たな標的となる可能性も指摘されている。そこで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た。また、当該領域において、第一線で活躍する国内外の研究者からの情報収集を行った。

当該年度中にも、シングルセルトランスクリプトーム解析等、一細胞レベルでの解析を用いた研究が加速し、組織を構成する実質細胞・間質細胞は単一の集団ではなく異なる機能をもつ複数の細胞集団から構成されるとの報告が相次いだ。また、糖・脂質（脂肪酸・ステロール）・アミノ酸をはじめとした代謝物が免疫細胞の機能を調節するメカニズムの解明や、代謝物センサー分子の同定も進んだ。さらに、免疫代謝による細胞機能の調節の異常や破綻は、組織の傷害応答の変調をもたらし、肥満・糖尿病をはじめとした生活習慣病、サルコペニア・フレイルなどの加齢関連疾患のみならず、癌の発症/進展、神経変性疾患などの病態にも関連していることが、複数の研究から証明された。

女性研究者の育成についても、諸外国の状況を調査した。米国のみならず、欧州（フィンランド、仏国）においては、研究者人口における女性研究者の比率は50%を越え、女性PI比率も近年さらに増加していることが複数の研究者とのディスカッションで明らかとなった。わが国においても、女性研究者を増加させるために省庁の枠組みを越えた施策の継続が必要と考えられた。

令和5（2023）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、新たな研究分野

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、バリエントの解釈に用いられる正常人/疾患のバリエントデータベース、バリエントの機能を予測する *in silico* 解析ツールについても開発が進んできたが、同定されたバリエントの機能解析・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、Human Genetics Asia 2023(東京)、8th International RASopathies Symposium(アメリカ、オンライン参加)などの国際学会を含む学会に参加し調査研究を行った。全エクソーム解析や全ゲノム解析を用いた疾患ゲノム解析、網羅的エピゲノム解析、single-cell RNA 解析など網羅的な解析ツールを用いた研究の情報収集を行い、各国の研究者との情報交換を行った。バイオインフォマティクス解析についての調査研究としては、遺伝学的検査にて同定された意義不明のバリエントの解釈を行うための補助ツールが使用可能な体制を整えた。具体的にはタンパクの立体構造予測ツールである Alphafold multimer を用いて関連分子との多重体の構造予測を行い、意義不明のバリエントの位置等から機能への影響の予測が可能となった。TogoVar (<https://grch38.togovar.org/>) で参照可能な Alphasense の病原性予測データと合わせて多面的な予測も可能となった。今後情報解析データと、細胞やモデル生物解析による分子生物学的な手法を用いた機能解析とをつなげることが重要と考えられる。

令和5（2023）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、新型コロナウイルス、新たな研究分野・トレンド

免疫学は遺伝子改変マウス技術とフローサイトメーターをはじめとする解析技術の進歩によりこの30年で大きく進歩した。アレルギー疾患や自己免疫疾患の免疫学的病態もマウスモデル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ている。マウスモデルを用いた基礎研究は各種免疫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、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。多様性の一部は、遺伝的背景と環境要因に起因する炎症のエンドタイプによると推察されるが、その解明は未だ不十分である。そのため、免疫疾患の治療では病名と重症度など最小限の表現型に基づく“one-size-fits-all approach”がとられてきた。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情報を総合解析し、バイオマーカーを用いたエンドタイプごとの治療戦略“precision medicine”への進化・深化を目指しているがまだ道半ばである。

ヒト免疫学領域に関しても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。さらに人類が初めて遭遇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を通じて、ヒト免疫学の理解を深めた。中でもシングルセル解析技術の普及と、Visium、Xeniumを始めとする空間トランスクリプトーム解析の進歩は、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。今後マウス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人工知能を用いて統合解析することで、病態の理解がさらに深化することが期待される。ヒト免疫学研究では欧米諸国に遅れをとった本邦だが、基礎免疫研究の基盤やマルチオミクス技術を活かし、ヒト免疫学研究においても存在感を増しており、今後の発展が期待される。

一方で、医師の働き方改革により、2024年度より医療に従事する勤務医（大学教職員を含む）の時間外・休日労働時間は、原則として年960時間が上限となり、臨床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、手遅れとなる前にサポート体制を整備すべきと考える。

令和5（2023）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：ロボット手術、画像誘導外科手術システム、リアルタイムナビゲーション、医工連携、異種移植、常温環流臓器保存

現在、そして近未来の外科手術室は医療と機械工学および情報工学が融合する、医工連携を最も象徴的に表現する劇場 =operating theater である。ロボット手術は大きな開腹創を必要としないという腹腔鏡、胸腔鏡などの鏡視下手術のメリットに加え、鏡視下手術においては道具が全く可動しないデメリットを完全に払拭する多関節機能による自由度を備えている事により、急速に外科手術全体に拡散している。ただし、従来の手術よりも時間がかかる事と、高コストという大きな2つのデメリットが併存する事も議論されており、医療経済や医療者の働き方改革に与える悪影響も懸念されている。また、画像誘導外科手術システムの発展もめざましい。CT スキャンやMRIなどの画像を術前にシミュレートする為に人工知能、機械学習、バーチャルリアリティ（VR）および拡張現実（AR）の技術がふんだんに応用され、外科手術のトレーニングや手術計画の立案に活用されている。しかしながら、手術中に術中画像から患者の解剖構造を表示させるリアルタイムナビゲーション技術はまだ未熟で臨床応用に耐えるシステムはまだ無い。このロボット技術とAIナビゲーション技術が成熟して融合した先には、完全自動化されたロボット手術の未来があるが、2024年の現在においてはその具体像はまだ見えていない。

もう一点、外科領域における大きなトピックは移植医療分野における異種移植と常温機械環流による臓器保存である。人体に有害なブタの遺伝子の除去と、特定のヒトの遺伝子の導入、合計69の遺伝子改変をゲノム編集技術「CRISPR」を用いて行った遺伝子改変豚から人への心臓、および腎臓移植が行われた事は、生物・医学領域におけるものすごく大きな出来事である。さらに、従来の臓器移植では血流が無い臓器を冷却して細胞代謝を止める冷阻血保存が行われてきたが、機械灌流装置を摘出臓器に装着して細胞代謝を止めない常温機械環流による臓器保存が米国では急速に進んでおり、我が国でも検証、導入を検討すべき分野である。

令和5（2023）年度調査研究実績報告書

研究担当者名：岡村 康司

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：一般生理学関連分野及び神経生理分野に関する学術研究動向 -膜電位シグナル分子を中心とした多階層研究の新展開-

これまで多くのイオンチャネル、トランスポーター、受容体などの膜タンパク質の構造情報が得られ、ほとんどの分子について立体構造情報が整備されてきた。さらに質量分析の解析などもあわせ、タンパク質の異なる状態での構造、小分子との結合状態、他のタンパク分子との複合体構造も明らかにされるようになってきた。同じ遺伝子を発現させても、異なるタンパク質集団の構造が分布する場合に異なる構造が取得できるといった Cryo-EM のメリットが活かされた研究も恒常的に行われ、生理機能と関連づけながら、詳細な仕組みの理解に至りつつある。また発現系細胞で大量に発現させた分子の解析を超えて、native な細胞中での高分解での構造を明らかにする研究も加速している。精子のイオンチャネルである CatSper 複合体の研究の例では、in vivo の精子から直接 CatSper 複合体の単粒子解析をおこない、この知見を質量分析の知見と比較することで、native な細胞に存在する、新規サブユニットの同定に結びつけた。こうしたオミックス解析データと原子レベルの構造解析を組み合わせる手法は、新たな潮流である。さらに Alpha Fold2 に代表される、AI をベースにした構造予測の手法も洗練され、詳細な分子動態の解明につながりつつある。ヒトの疾患に重要な分子をターゲットとした創薬研究も、ナノボディーの開発や autopatch クランプによる high throughput スクリーニングや分子動力学による解析が行われ、in silico と wet 実験とがコヒーレントに行われつつある。神経系での細胞分子レベルの解析では、in vivo ゲノム編集など、短期間で遺伝子改変を可能にする手法が成熟し、これまで膨大な時間を必要としてきた遺伝子改変動物の作成や特異抗体の作成を行わなくても短時間で分子の動態や役割が解明されつつある。

令和5（2023）年度調査研究実績報告書

研究担当者名：小川 毅彦

所属・職：横浜市立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：多能性幹細胞からの配偶子形成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：多能性幹細胞、配偶子形成、卵形成、精子形成

最新の生殖細胞研究は、ES/iPS細胞から卵巣体細胞である顆粒膜細胞を作り出し、同じくES/iPS細胞から誘導した始原生殖細胞と混和して卵胞を形成し、これを培養して成熟卵を作成することに成功している。この成熟卵を顕微授精に用い、健康な産仔も得られている。このような最先端の研究成果の多くは日本人研究者によってなされており、この領域の研究は日本がリードしているのが現状である。ただし、これらはすべてマウスを用いた研究成果であり、ヒトの細胞での報告はまだない。今後の研究はヒトでの研究に進んでいくものと思われる。当然ながら倫理的、法的、社会的な問題（Ethical, Legal and Social issues; ELSI）をはらんでおり、社会の関心を集めている。日本におけるELSI議論は世界から注目されていると言える。

これまでの基礎研究の発展を基に、体細胞から生殖細胞を作ることが可能となり、2つの細胞群の間には過去において想定されていたような「超えられない壁」はないことが明らかとなった。体細胞から配偶子を作り、産児を得ることさえ技術的には可能になるだろう。だが改めて、生殖細胞と体細胞の違いは何なのだろうか。その違いの詳細を問い詰めていく基礎研究がこれから待ち望まれる。ヒト多能性幹細胞から得られる配偶子を基礎研究に使用することが認められた場合、そのような疑問に答える研究が可能となる。ヒトの配偶子形成に関する基礎研究も格段に進歩するだろう。それはヒト配偶子の質の評価にもつながり、生殖医療の次なる革新をもたらすだろう。

令和5（2023）年度調査研究実績報告書

研究担当者名：金井 弥栄

所属・職：慶應義塾大学医学部・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：人体病理学・腫瘍生物学分野に関する学術研究動向 -病理組織検体等臨床試料のオミックス解析と人工知能 (AI)による、がんの本態解明ならびにゲノム医療開発-

キーワード：病理, がん, オミックス解析, 人工知能

近年、オミックス解析技術を病理組織検体等臨床試料に適用して、がんの本態解明・バイオマーカー開発・創薬標的同定を目指す、データ駆動型研究が隆盛を見ている。がんゲノム医療中核拠点病院等が整備され、がんゲノム研究の成果を社会実装する体制が整ってきた。他方では、遺伝子パネル検査がRNAを主眼とする解析に軸足を移し、全ゲノム解析を臨床に取り入れられる動きが出るなど、再度研究開発的要素が重視されていることが注目される。

これらの諸点を勘案し、American Association for Cancer Research に出席し、国際的ながん研究動向について調査した。空間的トランスクリプトーム解析等の隆盛により、学際研究のハブとしての病理形態学の重要性が増していることがわかった。

日本病理学会総会、日本癌学会総会等に出席し、我が国におけるがんゲノム医療の普及動向や、AI技術の病理画像への適用に関する最新知見を収集した。バイオインフォマティクス研究者と共同で、病理画像とオミックス情報をAIで統合した疾患モデル構築を行った。莫大な分子情報を顕微鏡像と合わせて疾病分類を行ったり、病理画像から直接治療標的分子を同定するモデル構築には、現行の方法論では未だ多くの課題があることが明確になった。AIを病理専門医のルーチンの病理診断の前のスクリーニング等に活用し、可能な領域から臨床実装を図っていくのが賢明と考えられた。

本専門研究員は、日本病理学会ゲノム研究用病理組織検体取扱い規程策定委員会委員長として、ゲノム等オミックス解析に適した病理組織検体の取扱い方法を標準化し、『日本病理学会ゲノム研究用病理組織検体取扱い規程』を策定して、研究基盤構築に貢献してきた。同規程をデータ駆動型研究に一層活用されるものにするため、今後、病理学を専門としないゲノム研究者やバイオバンク実務者への普及も、強化すべきと考えられた。

令和5（2023）年度調査研究実績報告書

研究担当者名：久保田 聡

所属・職：岡山大学学術研究院医歯薬学域・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：口腔科学およびその関連分野に関する学術研究動向ー生命科学・健康科学を取り巻く新たな潮流の中での口腔科学の動向と、今後に関する指針

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：老化、イメージング、相分離、RNA、災害歯科

本研究を開始した2020年当時の調査と分析から、医学生命科学において現在から近未来に続く研究を規定するキーワードとして「老化」「イメージング」「相分離」が浮かび上がった。そこで最終年である本年は、4年を通じてこれらの動向を経年的に分析した。その結果、医学生命科学分野の学会で「老化」を掲げるセッションは2020年からその後の3年間で減少の一途を辿り、その他の登場頻度も2022年をピークに減少に転じた。これら所見は「老化」「相分離」や「イメージング」は、いまや重要な生命現象・分析方法論の一種として定着したか、あるいは忘れられつつあるかを示唆する。一方2023年開催の同じ学会の演題には、これらキーワードは「オルガノイド」や「エピゲノム」と同様の頻度で登場し、もはやこれらトピックスは一時の流行ではなく、医学生命科学における重要事項となったと結論づけられる。また2023年度新たに注視されたトピックスには多様性が際立つとともに、幹細胞、ウイルス、RNAといった既存のトピックスに新たな光をあてようとする研究の動向も見てとれた。一方口腔科学およびその関連分野の学会でも、上記3つのキーワードのうち「老化」と「イメージング」を取り上げた演題はコンスタントに含まれ、両トピックスが口腔科学領域にも浸透・定着しているのとは対照的に「相分離」はほぼ無視されていた。なお2023年に特徴的だった災害歯科・法歯学と、遺体対応に特化したシンポジウムが並立していたことで、口腔科学は「死」というキーワードを通じ、異分野と融合した学術分野を開拓し始めているかに見える。これに倣って医学生命科学でもひろく「死」と正面から向き合うことで、文理の垣根を超えて新たな学術領域を開拓して行けるのではないかと思う。なお医学生命科学分野で広く重要性が認められた「相分離」が、まったく口腔科学に浸透していないことには危機を感じる。これを解決するためには新たな研究方法論を開発し、情報を発信しつつ口腔科学領域の研究者と共同研究を推し進めて行くことがひとつの方策と考え、今後本研究員がそれを実践する所存である。

令和5（2023）年度調査研究実績報告書

研究担当者名：杉浦 真弓

所属・職：名古屋市立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：産婦人科分野に関する学術研究動向～少子化問題に貢献する生殖医学の展望

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：不育症、不妊症、生殖医療、着床前遺伝学的検査

欧州生殖医学会学術集会（6月25-28日 Copenhagen）では、加齢によって卵子染色体異数性が増加する機序、母体血 cell free DNA を用いた絨毛染色体検査、菌叢に異常のある不育症患者にドナーの *Lactobacillus* 優位な帯下を移植する治療などユニークな研究が発表されていました。他に、“live biotherapeutic product”に分類される Lactin-V、microbiome、慢性子宮内膜炎と生殖領域の炎症に関する研究が増加していました。1990年に最初の着床前診断 PGT を発表した Handyside 先生は、レビューの中で、多因子遺伝を診断する PGT for polygenic risk scoring (PRS、PGT-P) について触れました。バイオバンクを活用した大規模ゲノムワイド関連解析によって多因子遺伝性疾患のみならず、身長、知能指数などの関連遺伝子が報告されており、それらを組み合わせたものが PRS です。欧州では商業ベースで PGT-P が実施されており、知能指数の高い子どもを選ぶことなど倫理的議論を呼んでいます。

日本産科婦人科学会は倫理的理由から着床前染色体異数性検査 PGT-A を禁止してきましたが、高齢妊娠女性からのニーズが高まったため、2022年1月に見解を改訂し、実質的に実施可能となりました。日本には生殖医療や遺伝に関する法律がなく学会が自主規制している唯一の国でしたが、2023年6月に「ゲノム法案」が可決したことでようやく生殖医療・技術に関する法制化が進む兆しが見え、以下の提言をしました。

日本学術会議「倫理的課題を有する着床前遺伝学的検査（Preimplantation Genetic Test, PGT）—特に PGT for Monogenic/Single gene defect (PGT-M) の日本における適切な運用のためには、生殖医療に関わる生命倫理の検討を所管する公的プラットフォームの設置が必要である。」

日本医学会「ゲノム医療の生命倫理への配慮が必要な領域は、医療に直接関係するものだけでなく、クローン技術・ゲノム編集などの基礎研究、保険会社におけるゲノム情報の取扱い、親子鑑定のあり方など、多岐にわたる。技術的進歩及び社会環境の変化が著しいことから、不当な差別が引き起こされないようにするためには、生命倫理について審議・監理する公的プラットフォームを構築・運営する必要がある、そのための適切な法整備を行うべきである。過去の優生政策への深い反省を忘れてはならない。」

令和 5 (2023) 年度調査研究実績報告書

研究担当者名：谷口 英樹

所属・職：東京大学医科学研究所 幹細胞治療研究センター 再生医学分野・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：外科学一般および小児外科学分野に関する学術研究動向-移植外科と再生医学の境界領域における新たな潮流と展開-

本調査研究では、外科学一般および小児外科学領域における重要課題である「移植医療」に関する世界的な研究開発に関する動向調査を実施した。特に、将来的に移植医療を大きく発展させる可能性が示唆されている、ES 細胞や iPS 細胞等の多能性幹細胞を用いた移植用の「ヒト臓器の創出を目指した研究」について、公表論文等の客観データを基盤とした研究動向のトレンド分析を試みた。昨年度までの調査により、多能性幹細胞を用いたヒトオルガノイド研究の研究進展が顕著であることが判明しているため、本年度はこれらの研究分野についての深掘り解析を実施した。

iPS 細胞およびオルガノイド研究に関する論文報告を分析したところ、iPS 細胞研究・オルガノイド研究ともに、米国・中国・日本・ドイツが上位を占めており、本研究領域における我が国の世界的優位性が確認された。当該領域の産業応用の実態を検討するため、大手製薬企業の研究者を著者に含む論文の報告状況を分析したところ、iPS 細胞研究の報告数は横ばい状況である一方、オルガノイド研究の報告数は増加していた。製薬企業の研究対象は iPS 細胞からオルガノイドにシフトしたと考えられた。

さらに、当該領域の産業化や医療応用の実態を確認するため、特許調査や臨床試験の状況についての分析を進めた。特許調査より、iPS 細胞研究・オルガノイド研究の特許出願数は増加傾向であることが明らかとなり、知財確保が積極的に進められている状況が確認された。iPS 細胞の特許申請数は中国が最多であり、日本・アメリカ・欧州が上位を占めていた。機関別の iPS 細胞の特許申請数は米国企業が上位を占めていた。オルガノイドの特許申請数は中国が最多であり、アメリカ・欧州・韓国・カナダが上位を占めていた。日本のオルガノイドの特許の申請数は 7 位であった。今回の調査より、中国が積極的に知財確保を進めている状況が確認された。機関別のオルガノイドの特許申請数は米国・オランダ・日本・韓国の企業・アカデミアが上位を占めていた。iPS 細胞研究は企業を中心とした応用段階にあり、オルガノイド研究はアカデミア・企業による基礎研究の段階にあると考えられた。また、臨床試験の調査より、iPS 細胞やオルガノイドを用いた臨床試験の登録数は米国・中国・フランスが上位を占める一方、日本は上位に位置しないことが確認された。

今回の調査より、日本は基礎研究において優位性を示す一方、知財確保や臨床試験の推進については、米国・中国に遅れをとっている状況が明らかとなった。我が国の世界的な競争優位性を維持するためには、本研究領域への緊急的支援が必須であることが明らかである。本研究領域における緊急的支援を実施することにより、実効性の高い研究動向の政策的な方向付けが実現化できると思われる。

令和5（2023）年度調査研究実績報告書

研究担当者名：綿田 裕孝

所属・職：順天堂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：内分泌代謝糖尿病内科に関する学術研究動向

キーワード：糖尿病 内分泌 海外研究動向

令和5年度 American diabetes association（ADA）での最も大きなトピックスは、GLP-1受容体/GIP受容体作動薬であった。本薬剤が臨床的に強い血糖制御作用と体重抑制作用を示しており、この薬剤によって特に欧米で患者数の多い肥満2型糖尿病のコントロールが著明改善することが示され、「2型糖尿病の緩解」という状態を示すヒトも多いことが報告された。本薬剤は1種類のペプチド誘導体であり、GLP-1受容体とGIP受容体、両方の作用を強める効果を有しているが、興味深いことに、GLP-1受容体作動薬とGIP受容体作動薬の単なる併用では説明できない強い作用を有している。一つのペプチドが2種類の受容体に作用することがどのような機序によりこのような作用を示すのか不明なままであり、今後の検討が期待される。

ただ、今後の薬剤開発においても、GLP-1受容体/GIP受容体作動薬でグルカゴン受容体刺激作用を有するような薬剤の開発やGLP-1受容体作動薬とアミリン作用のある薬剤の開発などDual agonist, Triple agonistの開発が進んでいる。

一方、令和5年度 European Association for the Study of Diabetes(EASD)の最も大きなトピックスは1型糖尿病に対する治療の進歩であった。Hybrid closed loop systemを搭載したインスリンポンプが進化を遂げ、1型糖尿病の患者の血糖コントロールが著明改善していることが示された。それとともに新しい1型糖尿病治療として発症早期あるいは発症前に主には免疫学的介入を行い膵β細胞機能低下を抑制する試みがなされており、抗CD3抗体をはじめとしてさまざまな薬剤の臨床試験が進んでいる。

すなわち、1型糖尿病も2型糖尿病も血糖コントロールに役立つ薬剤開発というコンセプトから現在は病気の緩解をめざした薬剤開発がすすんでおり、それに付随する基礎研究が盛んである印象をうけた。

両学会は世界における糖尿病の代表的な学会であるが、日本人の参加は以前よりもかなり少なく、これがコロナの影響なのか、そもそも、日本人研究者が海外学会への参加に興味を薄れたのかは、今後の調査が必要である。

令和5（2023）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。

前年度に引き続き、異分野融合が進んでいると考えられた研究領域の例として、鉄依存性細胞死フェロトーシスとクロマチン制御を取り上げ、調査を実施した。研究手法としては特に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関する論文が今年度も目立っていた。研究体制としては、欧米の主流は主研究者 PI のもとに情報科学も含めて各技術を有する博士研究員が集まり融合的研究チームを構築することをベースとしつつも、生化学系 PI と情報科学系 PI がほぼ対等な形で進める共同研究も目立つようになってきた。さらに、情報科学系 PI がリードするフェロトーシス研究論文も注目された。

米国シカゴ大学との共同研究を通して、彼女らが空間トランスクリプトームなど最新技術を次々と導入して研究を進める工夫を調査することができた。技術を提供する研究コアファシリテーターに対して大学が潤沢な予算（競争的予算も含む）を提供し、技術開発・導入を奨励し、それを研究者が活用する仕組みが動いている。研究者からすると最新技術へのハードルが極めて低い、さらには、最新技術を使わない研究は行わない、という姿勢が徹底していた。インド学会参加の機会を活用して、Jawaharlal Nehru Center for Advanced Scientific Research、Indian Institute of Science Education and Research Pune、Kalinga Institute of Industrial Technology を訪問し、研究室の在り方について調査した。インドでは assistant professor 時から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ていることがうかがえた。各研究室は PI と大学院生が中心であり、各研究室がカバーする研究テーマは狭い傾向にあるが、チーム間の共同研究も活発であり、例えばクロマチン研究者と情報科学者の 2 つのチームが共同するなど、独自性と連携のバランスを模索する様子が見られた。

令和5（2023）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・教授

区分：医歯薬学専門調査班 専門研究員

調査研究題目：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：ペプチド医薬品、中分子、DDS、ペプチド修飾

ペプチドの医薬品展開を図るうえで、単にペプチド分子の活性を増強させるのみでは不十分で、ペプチドを安定な形態で、求める部位に送達させる手法の開発が極めて重要であり、現在、ペプチドのような中分子医薬品については、そのDDS技術の開発が極めて重要になっている。これら研究領域の推進には、① ペプチド分子安定性向上に資する方法論の開発 ② 作用部位に適切に送達する技術の開発 ③ 新たな医薬品シードとなるペプチド分子の創出に関する研究などが求められている。学術動向調査を通じて、これらいずれの研究領域も大変活発に研究が進められており、今後上記の各領域に新たな研究手法が導入されるとともに、領域横断的な融合研究がさらに活発になるとの感触を得た。さらに、多彩な分野の融合研究の発展は、新たな学問分野の創生につながるとの感触を得た。

令和5（2023）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生化学講座第一教室・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。ここでは、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5（2023）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・運動器科学分野に関する学術研究動向－健康長寿社会の実現に向けた新たな潮流と展開－

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、フレイル、骨粗鬆症、サルコペニア

本研究では、口腔科学や運動器科学分野における疾患や加齢によるフレイルに関して、国内外の研究動向を中心に調査し、今後の課題や展望についても考察した。口腔は、食物の摂取、咀嚼、嚥下だけでなく構音など多種多様な役割を果たしている。口腔機能が衰えると栄養が不足し身体的機能が低下し認知症を併発しやすくなる。また、骨粗鬆症による骨折、関節や脊椎の疾患、筋力の低下するサルコペニアによって寝たきりになると、口腔機能はさらに衰えて、摂食嚥下不良によって誤嚥性肺炎などで命を落とす事態に至ることも少なくない。疫学コホート研究の進展によって、ライフステージのどの段階でどのように介入することによって、要介護状態を予防することができるかが明らかになりつつある。その一方で、健康長寿社会の実現に向けて、口腔や運動器疾患の原因を分子レベルで解明しようとする様々なアプローチが展開されている。サルコペニア・フレイル予防における運動の有効性については、分子機序の解明が進められており、ミトコンドリア機能の促進や骨格筋から分泌されるマイオカインによる臓器連関の重要性が示されている。運動時に頭部に加わる適度な衝撃によって、血圧調節中枢に力学的な刺激が加わり、高血圧が改善することも報告されている。運動器科学の分野においても、一細胞レベルでの遺伝子発現やゲノムDNAの状態を解析するシングルセル解析は、基礎研究のみならず、臨床検体を用いた研究にも波及している。今後は、位置情報が得られる空間オミクス解析へ研究の方向がシフトしていくと考えられる。口腔科学の分野では、幹細胞や器官特異的前駆細胞から形成される口腔オルガノイドモデルの構築が進んでおり、口腔内の様々な疾患の病態メカニズムの解明に向けた基盤が整いつつある。疾患発症の分子メカニズムに基づいた創薬や運動の有効性を裏付ける分子レベルでの理解が進むことによって、疫学的アプローチに基づく知見が生かされ、健康寿命の延伸に寄与することが期待される。

令和5（2023）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：眼オルガノイド、再生医療、失明疾患

学会「127回日本眼科学会総会」の座長、オーガナイザーとして、また ARVO (Association for Research and Vision and Ophthalmology) および「第77回日本臨床眼科学会」に参画した。これらも踏まえ、最近注目されている研究分野である、眼オルガノイド研究、眼再生医療およびそれらとの関りも含め、網膜色素変性、緑内障、糖尿病網膜症の眼科研究動向について述べる。ヒトの眼はマウス等の動物とは異なる構造や機能を有する為、動物実験で研究を進めることには限りがある。そのためヒトの眼の組織を模したオルガノイドの研究が近年注目されてきた。ヒトの眼は、角膜、水晶体、網膜、視神経等の多数の組織から構成されるが、網膜のオルガノイドの研究が多数を占めている状況である。以下、論文タイトル、抄録、キーワードを含む論文件数を Scopus にて調査を行った。現在までに、網膜オルガノイド(retinal AND organoid)を含む論文報告は500件であった。そのうち2022-2024年において、237報（全体の47%）が報告されており、近年、網膜オルガノイドの研究が活発化していることを窺わせる。一方、近年、網膜のみならず角膜や網膜色素上皮を含む3次元眼オルガノイドをヒト iPS 細胞から作製することに成功した報告があり(Isla-Magrané et al, Stem Cell Research & Therapy, 2021)、今後とも、眼の様々な組織におけるオルガノイド研究が推進されていくと推測する。また COVID-19 (SARS-CoV-2)の眼の細胞腫への感染率を、眼オルガノイドを用いて検証した報告もあり(Eriksen et al, STAR Protocols 2022)、社会医学的側面から眼オルガノイドの貢献があることは興味深い。網膜色素変性(retinitis pigmentosa)、緑内障(glaucoma)および糖尿病網膜症(diabetic retinopathy)における再生医療(regenerative medicine)をキーワードに検索すると、2022-2024年において、それぞれ31報（全体105報の30%）、41報（全体143報の29%）、26報（全体80報の33%）が報告されている。近年、科学技術の進展により、オルガノイド技術とそれに伴うオミックス解析等の新しい解析・測定技術の発展がみられ、近年急速にオルガノイド・眼再生医療の研究が進展していることが窺える。

令和5（2023）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—消化器内科学と他分野融合研究の新展開

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：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・改良を目指した人間医工学や人間情報学などの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みられている。

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2023年度に開催された国内外の消化器関連学術会合および学術専門雑誌で報告されていた。

なかでも Nature 誌に掲載された”Profiling the human intestinal environment under physiological conditions”(Shalon D, et al. Nature. 2023 May;617(7961):581-591)は、現存する内視鏡機器を超える、日常生活を行っている生理的状態を観察し生体試料を採取する新たなデバイス開発を見据えた医工連携研究の必要性を示している点で、Annals of Internal Medicine 誌に掲載された”Real-Time Computer-Aided Detection of Colorectal Neoplasia During Colonoscopy : A Systematic Review and Meta-analysis”(Hassan S, et al. Ann Intern Med. 2023 Sep;176(9):1209-1220.)は、AIを用いた大腸内視鏡検査の現状と将来的な課題を明らかにした点で、New England of Medicine 誌に掲載された”Usui Y, et al. Helicobacter pylori, Homologous-Recombination Genes, and Gastric Cancer. N Engl J Med 2023; 388:1181-1190”は、腫瘍学、微生物学、遺伝学、公衆衛生学、情報科学などの様々な専門家の学際研究により、特定遺伝子の病的バリエーションとヘリコバクターピロリ感染との関連について世界的な研究成果を本邦から発信しえた点で注目に値する。

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5（2023）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。本年度の日本ウイルス学会学術集会においては、新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)に関する研究に加えて他のウイルス感染症の話題も散見された。日本ウイルス学会学術集会では、SARS-CoV-2 関連において、ウイルス変異株に関する解析、SARS-CoV-2 タンパク質の分子生物学的および構造学的解析、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、昨年の本学会に比較すると飛躍的に多くの成果が発表されていた。

Montana 州 Missoula で開催された International herpesvirus workshop に参加し、ヘルペスウイルス研究における最新の知見（ウイルス侵入、粒子形成、ウイルスゲノム合成、宿主応答、病原性、疫学など）を得た。Switzerland で開催された The international society for vaccines annual congress 2023 に参加し、ワクチンに関する最新の知見（ワクチン抗原、免疫、新規ワクチン開発、疫学など）を得た。

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5（2023）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：アレルギー学分野に関する学術研究動向-急速に選択肢が増えた治療薬の作用機序から紐解く病態研究の潮流と展開-

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、抗体製剤、治療選択

抗 IL-5 抗体（Mepolizumab、Benralizumab）、抗 IL-5 受容体抗体（Benralizumab）、抗 IgE 抗体（Omalizumab）、抗 IL-4/IL-13 受容体抗体（Dupilumab）抗 TSLP 抗体（Tezepelumab）がアレルギー疾患に用いられるようになったことから、各抗体製剤の作用機序を探索する研究や、治療選択ガイドラインの基盤を創出につながる研究、治療前後の患者検体を用いた臨床研究が盛んになってきた。抗 IL-5 抗体および抗 IL-5 受容体抗体、抗 IgE 抗体の標的がそれぞれ、好酸球、好塩基球とマスト細胞と明らかである一方で、抗 IL-4/IL-13 受容体抗体の標的は広範で真の作用機序がわかっていないこと、また、抗 TSLP 抗体に至っては TSLP の産生源も標的も定かでないことが、抗体治療の作用点に関する研究を遅延させている。抗体製剤の開発に伴い、アレルギーが治らない病気から治る病気へと変わってきたが、同じような症状を示すアレルギー患者に対し同じ製剤を用いても、患者ごとに効果が大きく異なること、また、どの患者にどの抗体を適用するかの基準が科学的根拠に基づいていないことが解決すべき喫緊の課題となっている。さらに、生物学的製剤は効果が高い一方で、アレルギーを根治するには至っていない。高額な医療であることから継続できないケースも増えており、製剤によって症状を鎮火させた後にどのように再燃を防ぐかが将来的な課題となっている。

アレルギーの発症機序に関しては、従来から知られている抗原特異的な反応と、近年明らかになってきた自然リンパ球による抗原非依存的な反応の 2 つが定着してきた。一方で、患者によってどちらのメカニズムが主軸となってアレルギー症状を呈しているのかを検査する手立てがまだ確立していないこと、また、それぞれを抑制するための効果的な治療法の選択が確立していないことが問題となっている。

令和5（2023）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、ひとの脳神経疾患・精神疾患の病態形成機序を知り、診断や治療法を確立することを目的とした研究が行われている。方法論的には、これまでモデル動物や細胞系を用いた様々な研究が重ねられ、多くの知見が得られてきた。現在では、ひと疾患脳組織（病理解剖や外科的摘出術によって得られた病巣組織）を用いた単一核・単一細胞ごとの分子発現解析（snRNA-seq, scRNA-seq）が可能となり、バイオインフォマティクスで情報処理することにより細胞腫ごとの分子発現プロフィールが得られる様になりつつある。更に、病理組織切片上で同定可能な個々の細胞の位置情報を組み合わせる（空間的トランスクリプトーム解析）ことにより、細胞と病態との関連性がより深く理解できる技術基盤が整いつつある。この革新的技術は、基礎系研究者や臨床系研究者を含む広範囲の専門領域の研究者がそれぞれの専門性を融合させて進めることにより、格段に精度の高い、かつ有用性の高いデータが得られるものと期待される。本調査研究は、病態神経科学分野やその周辺分野における世界的な研究動向：トレンドとして、この方法論を取り上げ up-to-date な技術的進歩と研究動向を調査した。ひと剖検脳組織を用いた snRNA-seq 研究結果が 2020 年に初めて報告され (Nat Med)、現在では多くの研究者が興味を持つトレンド技術になったと判断する。しかしながら論文報告数はいまだ少ない。この背景として、膨大な raw data を処理するバイオインフォマティクスが困難であることと、使用できる標本の質が担保されにくいことが考えられた。つまり、これらの方法論は、病態神経科学分野においても多くの研究者が注目する魅力的な解析技術であるものの、本調査研究期間においてはいまだ解決されるべき重要な課題が残されている。

令和5（2023）年度調査研究実績報告書

研究担当者名：工藤 與亮

所属・職：北海道大学大学院医学研究院・教授

区分：医歯薬専門調査班 専門研究員

調査研究題目：「放射線科学関連分野に関する学術研究動向ーイメージング・画像解析の新たな展開」

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：画像診断、医療 AI、国際シンポジウム

放射線科学の分野においては、技術の進歩により画像診断の精度が向上している。特に人工知能（AI）の利用が顕著であり、画像解析の自動化や精度の向上が進展しているのが特徴である。AIによる画像再構成技術や病変検出、分類、予後予測などの技術は臨床現場での使用が始まっており、生成系 AI を用いた読影レポートの自動生成も可能になっている。また、CT 分野ではフォトンカウンティング CT による低被ばくかつ高解像度の撮像技術の研究が進んでおり、MRI では新たな核種を用いたイメージング技術の開発が注目されている。

医療 AI の研究や応用を深めるために、北海道大学をはじめとする様々な機関がシンポジウムを開催しており、最新の研究成果を共有している。令和 5 年 8 月に北海道大学で開催された医療 AI シンポジウムでは、国内外から 201 名が参加し、医療 AI の最先端研究についての情報交換が行われた。また、国際シンポジウムや北海道大学とソウル大学校のジョイントシンポジウムでは、異国間の AI 導入段階や考え方の違いについて議論がなされ、日本と韓国間のコラボレーションの可能性が探られた。令和 6 年 3 月に開催された安定同位体イメージングシンポジウムでは、最先端のイメージング技術や解析技術が紹介された。これらのシンポジウムは、参加者間の活発な討論を通じて、今後の研究方向性や技術開発のヒントを提供している。

これらの活動は、放射線科学および医療 AI 分野の研究者たちにとって、技術の最前線を知り、国内外の研究者との交流を深める貴重な機会を提供している。また、新しい技術や手法の開発に向けた刺激となり、分野の進展に大きく貢献していることが見て取れるため、最先端分野での比較的小規模なシンポジウムも学術の発展に有効であることが示唆された。

令和5（2023）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部地域包括ケア科学分野・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

超高齢化が進む中、医療の発展とともに、これまでは入院加療が必要であった疾患も、短期入院や外来通院にてその治療が可能になったり、地域での療養や看取りを支えるサービスが整備されている。また、地域では、医療保健福祉サービス以外に、住民等の力を活かしたインフォーマルなサポートを活用した社会的孤立を予防し、健康増進を図る新たなケアを創造することが求められてきている。これらのめまぐるしい変化に対応できる看護職が必要であり、地域の多様な機関で看護実践にはどのような人材育成の仕組みやプログラムが必要か、研究による根拠をもちながら、提示することが重要である。

2023年度は、国内の高齢者看護学、地域看護学、在宅看護学、公衆衛生看護学ならびに関連学会における学術集会等で取り上げられている一般演題等々の構成の変化などの実態から当該分野の学術研究動向を把握した。具体的には、日本老年看護学会、日本在宅看護学会、日本地域看護学会、日本在宅ケア学会、日本公衆衛生看護学会、日本看護科学学会、日本看護管理学会に参加し一般演題の動向を把握した。各学会の一般演題で多かったテーマは、「様々な場における老年看護実践」、「人材育成・看護基礎教育、継続教育成・キャリア支援・看護教育」、「エンド・オブ・ライフケア」、「親子保健福祉」であった。看護学系学際学会である日本看護科学学会では、高齢者看護学・地域看護学に関する演題は20%を占めていた。以上より、当該領域では、人材育成や教育に関するものが学術集会では発表されていることが示された。また、日本看護科学学会や日本看護管理学会、日本高齢者看護学会などは臨床系の実践者や教育研究者が多い学会において地域などの多様な場における演題が一定数占めていた。

看護系の教育研究機関の増加に伴い看護学の研究人材も充実化しつつある。2023年度は多くの学会に参加させていただき、看護学の研究内容は急速に広く分化してきており、また看護学の特性から学際的な研究がさらに増加している傾向にあると思った。

令和5（2023）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うる血液腫瘍学、血液免疫学を中心として調査研究を行った。

血液腫瘍学領域やその周辺分野におけるトレンドとして、ゲノム解析・遺伝子発現解析・エピゲノム解析等について、大規模あるいは一細胞レベルで行うマルチオミクス研究は、引き続き大きな潮流であることを確認した。さらには、一細胞レベルで空間解析を行う研究についても、最初の研究成果が発表されていた。こうした最新のマルチオミクス解析によって得られたビッグデータを解析する手法についても、一層の開発が進んでいた。今後、AI等の技術革新によってビッグデータの解析方法の開発は飛躍的に進んでいくことが予想される。同時に、同一のデータセットから多様な結果が生まれうる。そこで、こうした多様な結果が科学的・生物学的見地から妥当であるかどうかという点についても、検証する方法論を確立していく必要があると考えた。

血液免疫学領域やその周辺分野においても、血液腫瘍学と同様にマルチオミクス解析を用いた一細胞レベルでの網羅的解析から効果予測等について大きな進捗がみられた。免疫療法のなかでも、T細胞に改変した受容体を導入することで特定の抗原をもつ腫瘍細胞に対する抗腫瘍効果を高めたキメラ抗原(CAR)-T細胞療法の研究は、引き続きがん研究の最前線にあり、標的抗原やサイトカインなど付加的な遺伝子発現等を組み合わせることによる抗腫瘍効果の最適化、T細胞以外の細胞障害活性のあるNK細胞等の応用の研究が進んでいた。研究のステージは基礎研究から臨床実装まで幅広く、特に、複数の新たなCAR-T細胞療法が臨床実装化に向けた研究フェーズに進んでおり、研究分野として一段成熟したという印象を受けた。

令和5（2023）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：

「衛生学および公衆衛生学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」

キーワード：社会医学、新興感染症、健康危機管理、プラネタリーヘルス

2020年に拡大した新型コロナウイルス感染症の影響を受け、日本公衆衛生学会の2023年の総会中、最も演題数が多い分科会は「新型コロナウイルス感染症」であった。2021年度131題、2022年度123題、2023年度111題と減少傾向にあるが、感染の初期から拡大段階、さらには収束に向けて地域社会で様々な対応が求められる中、保健所や市町村からも含めて、精力的に多くの現状分析が行われたことは特筆すべきことと考える（なお、2020年度は分科会として独立していなかったものの感染症や医療制度等の分科会で発表されていた）。また、初期のシンポジウムではその現状や各所の対策を把握共有しようとするものが多かった一方、2023年度になると今後に向けた戦略、体制整備やコロナにより明らかになった健康格差に取り組もうとする傾向がみられた。一方、2024年1月の日本疫学会で報告されたコロナに関連する演題の中では、ワクチンによる予防効果、水際対策の効果推定が多く、今後に向けたエビデンスが提供されていた。また、大気汚染や気温等環境と健康との関連に関する演題が複数あったこと、災害・健康危機管理への取り組みに関するシンポジウムが設けられたことが特徴として挙げられる。今後、社会医学分野でもプラネタリーヘルスへの対応や気候変動に伴う災害等と健康との関連に関する研究が増加するものと考えられる。

したがって、社会医学分野では、パンデミックも含めた災害時への平時からの備えや危機管理方法や連携のための体制整備の実践に向けた検討が増えると考えられた。気候変動に伴う災害等に対しレジリエントな社会を構築、維持することは人々の幸福と安寧のために不可欠であり、健康のための基盤でもある。人々の意識や行動が現在の環境を形作っている側面がある以上、人の健康を環境との関係でとらえ検討していくには、社会医学だけでなく、哲学や心理学等の人文社会系と生命科学系の両者も含んだ総合的な研究体制が求められる。

令和5（2023）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

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。近年、ニューモダリティと称される新たな創薬シーズを医薬品として開発する動きが加速している。核酸やペプチド、抗体薬物複合体(antibody-drug conjugate)などのモダリティが創薬シーズとして期待されており、これらの体内動態分析や安全性評価ならびに評価法の開発やその妥当性に関する議論が盛んになっている。また、創薬において、臨床試験での開発中止は大きな損失をもたらすため、前臨床試験で医薬品毒性を正確に予測する必要があるが、動物とヒトとの種差ゆえにヒトでの毒性予測が困難という問題点がある。その問題の克服に向けて、ヒト由来細胞やオルガノイドを用いた医薬品安全性評価系の樹立に関する研究が活発化してきており、中でも MPS (Microphysiological System, 生体模倣システム)とよばれる、マイクロ流体デバイスを用いて作製された微小空間に iPS 由来細胞やヒト初代培養細胞、オルガノイドなどを播種し、生体に近い培養環境を構築した in vitro 培養系の開発が、国内外で進められている。異なる臓器同士を連結させ、よりヒトの生体に近い状態で薬物動態や医薬品安全性評価が可能になるか検討が進められている。培養方法等の技術面などに課題があり、今後のさらなる研究の発展が期待される。