

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 医学・医療における臨床・全ゲノム・オミックスのビッグデータの解析に基づく疾患の原因探索・亜病態分類とリスク予測

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

角田 達彦（東京大学 大学院理学系研究科 教授）

主たる共同研究者

角田 達彦（東京医科歯科大学難治疾患研究所 教授）

角田 達彦（理化学研究所 生命医科学研究センター チームリーダー）

間野 修平（統計数理研究所 准教授）

野間 久史（統計数理研究所 准教授）

松井 茂之（名古屋大学医学系研究科 教授）

猪狩 勝則（東京女子医科大学膠原病リウマチ痛風センター 准教授）

越智 秀典（広島大学医歯薬保健学研究院(医) 講師・診療准教授）

三木 大樹（広島大学医歯薬保健学研究院(医) 講師）

加藤 護（国立がん研究センター研究所 部門長）

3. 事後評価結果

○評点：

A+ 非常に優れている

○総合評価コメント：

1 年延長前までの成果は以下のとおりである。患者オミックス・臨床・分子の医療ビッグデータの統合解析による個別化医療の根幹技術の確立を目指し、①統合手法に関しては、次世代シーケンサデータから断片の挿入・欠失を予測する技術、実臨床シーケンス高精度解析技術を開発し、企業技術移転を行うと共に、保険適用承認の下でガンゲノム医療に貢献した。②疾患・薬剤応答因子の探索に関しては、階層モデルとベイズ予測に基づき、表現型に対するオミックス・データの効果や患者亜集団背後の関連構造を推定する手法や、オミックス・ランダム化臨床試験での治療反応性予測や、稀な多様性検出の手法を開発し、患者個人の遺伝子発現を予測し、遺伝子レベルの関連解析を行う手法を開発した。③疾患亜病態分類と個人病態・治療反応性予測に関しては、多層オミックス潜在構造分析や、治療効果推定に勾配ブースティング木や深層学習を用いた個別治療効果推定法、最適治療方針決定支援などを開発した。④臨床試験計画デザインに関しては、第3相臨床試験のデザイン法と、試験デザインの評価基準を開発した。これら①～④の手法を用いて、⑤ガン多層オミックスの解析、予後・薬剤奏功予測を、国際ガンゲノムコンソーシアム全日本チームの300例の肝ガン多層オミックス・データに適用し、バイオマーカの発見と亜病態分離に成功した。⑥ガン多層オミックス臨床試験研究との連携では、多発性骨髄腫へのサリドマイドの効果検証ランダム化臨床試験を行い、効果予測遺伝子群を発見した。⑦関節リウマチ等バイオバンクデータ等の多層オミックス・データへの適用では、新たなリウマチ関連遺伝子とサイトカイン・パスウェイの関与を発見した。このほかにも、国内外の医療データセンタと協力して、多様な疾患のリスク予測や治療効果予測にオミックス・データ解析が有効である事例を数多く発表した。これらの多くがトップジャーナルに発表されていることは、高く評価できる。

1年の延長前の時点では、「一方で、わが国では臨床試験の規模が小さく規制が厳しいことから、本プロジ

エクトの主たる成果はコホート・スタディに基づく、リスク推定や亜病態分類に留まっており、患者個人に最適な治療法を精度よく決定することを目的とした個人化医療の実現とは、まだ距離があることは否めない。また、多様な顕著な成果を得た一方で、これらが個人化医療や、個別化医療の確立へと、どのように学問的に体系化され、システムの統合されるのかと言った、体系化に関しては十分な進展が得られたとは言えない。これらに関しては今後の発展を期待したい。」との評価であったが、中間評価以降に総括の要請で準備を進めてきた臨床試験研究との連携が臨床試験データの活用を可能にし、最終年度に成果が見えだした臨床試験研究のデータ解析が延長期間中に大きく展開した。具体的には、⑧階層混合ベイズ・特徴抽出・特徴統合を備えたセミスーパーバイズド手法と、深層学習を基盤とした実装による、個別化医療推進のための一般化フレームワークを確立し、個人のマルチオミクス・臨床情報をもとに、仮定した治療法ごとに、予後効果を予測し比較可能な手法を開発した。⑨臨床試験研究連携による大腸がん、肉腫の多層オミクスデータとセミスーパーバイズドの手法による解析を行い、治療奏効・予後を決めるバイオマーカーセットを発見し、回帰モデルを用いた個人化した予後・治療奏効予測モデルを構築するなど、個別化医療の推進に大きく資する成果を得た。⑩国際がんゲノムコンソーシアムに参画し、全がん網羅解析により新たな創薬標的を発見した。⑪科学的発見として、治療・予後に、がんのヘテロ性、免疫・微小環境が大きく関わること、そのがん種・治療特異性、治療標的新規パスウェイとマーカーの相乗効果を発見した。延長期間の2020年だけでも6報のNature論文を含む多くの論文をトップジャーナルに報告したことは高く評価できる。社会的インパクトも高く、肝臓がんのゲノム解析による分類と生存率に関する成果や、本課題の成果用いたがんゲノム検査システムの承認は、いずれも複数の主要新聞が報道した。

(2021年12月追記)

本課題は、新型コロナウイルスの影響を受け、6ヶ月間期間を延長し、角田グループが、がんの臨床試験研究との連携による臨床検体のマルチオミクスの実験、予後や治療奏効との関係の解析、そして深層学習によるオミクスデータからの知識抽出の枠組みの創出を実施した。

その結果、①深層学習を用いた独自の枠組みに加えて、深層学習の中間層を解析し、がんなどの疾患の原因となる新規のパスウェイなどの新たな知識を抽出する独自の方法論を確立し、②がん免疫学的な側面の共同研究を通じて、免疫学的に特異な様相を見せる腎がんの患者の予後を悪化させる原因を解明し、がん免疫療法での治療指針を見出し、③骨肉腫(サルコーマがん)の臨床試験研究に並行した多層オミクスプロファイリングと解析を進め、がん免疫と治療方針の検証により有害事象の研究基盤を構築した。