

反応過程近似解析ツールMiRuDaによる異常反応 タイムコースの定量的検証とその応用 ～リパーゼ活性測定における異常反応解析を用いて～

Quantitative verification of abnormal reaction time courses using the reaction process approximation analysis tool MiRuDa and its application: Utilizing abnormal reaction analysis in lipase activity assays

福島絏子¹⁾, 吉本 明²⁾, 井口晃弘³⁾, 大橋由加里¹⁾, 松本大志¹⁾, 渡部芽以¹⁾,
大野一彦¹⁾, 市村直也¹⁾, 東田修二¹⁾, 大川龍之介²⁾

Abstract The reaction process approximation analysis tool MiRuDa (Hitachi High-Tech) analyzes reaction time courses to calculate five evaluation factors: p, q, D0, Tl, and Err, which are used to detect abnormal reaction time courses. The aim of this study was to analyze an abnormal reaction time course using MiRuDa and identify the evaluation factor corresponding to a specific abnormal reaction curve. In this study, IgM-absorption treatment normalized the abnormal reaction time course and the evaluation factors, p, q, and D0. Furthermore, we identified similar abnormal reaction time courses in lipase activity measurement in past data using the evaluation factors. These results indicate that MiRuDa is a valuable tool for the detection and analysis of abnormal reactions. By using the MiRuDa in combination with a monitoring system of the analyzer and LIS, it is expected that a greater number of abnormal reactions will be detected.

Key words MiRuDa, Reaction process data, Lipase, Abnormal reaction, Immunoglobulin adsorption test

Received Nov. 5, 2024; Accepted Jun. 6, 2025

Hiroko FUKUSHIMA¹⁾, Akira YOSHIMOTO²⁾,
Akihiro IGUCHI³⁾, Yukari OHASHI¹⁾,
Taishi MATSUMOTO¹⁾, Mei WATANABE¹⁾,
Kazuhiko OHNO¹⁾, Naoya ICHIMURA¹⁾,
Shuji TOHDA¹⁾, Ryunosuke OHKAWA²⁾

¹⁾ 東京科学大学病院検査部

Department of Clinical Laboratory, Institute of
Science Tokyo Hospital

〒113-8519 東京都文京区湯島 1-5-45

1-5-45, Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8519, Japan.

²⁾ 東京科学大学大学院医歯学総合研究科 臨床分析・分
子生物学分野

Clinical Bioanalysis and Molecular Biology, Graduate
School of Medical and Dental Sciences, Institute of
Science Tokyo

〒113-8519 東京都文京区湯島 1-5-45

1-5-45, Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8519, Japan

³⁾ 株式会社日立ハイテク ヘルスケア事業統括本部 診断
システム事業部 那珂診断製品本部 医用アプリケーション
開発部

Hitachi High-Tech Healthcare Business Group
Diagnostic System Business Naka Diagnostic Products
Division. Application Development Department.

〒105-6409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門
ヒルズ ビジネスタワー

Toranomon Hills Business Tower, 1-17-1, Toranomon,
Minato-ku, Tokyo 105-6409, Japan.

Corresponding author: 福島絏子

TEL: 03-5803-5622

E-mail: fukuhiro.mlab@tmd.ac.jp

1. はじめに

日常の生化学検査では、異常反応により患者の病態を反映しない誤った検査値が得られることがある^{1)~11)}。分析装置のパラメータ設定や検査情報システム (LIS) のデータチェックロジックにより、誤った結果が報告されないようシステム化されているが、検体測定時にエラーコードが分析装置から出力されず異常反応が見逃された症例も報告されている^{3)~4)}。こうした事例の一部では、汎用自動分析装置が有する反応タイムコースを確認することで、非特異反応をはじめ異常反応の要因を推測することができる場合がある¹²⁾。

反応過程近似解析ツール MiRuDa (株式会社日立ハイテク) は、LABOSPECT 008 a などの汎用自動分析装置から出力される反応過程データを利用し、装置や試薬などの状態を効率よく確認することを目的としたアプリケーションである。個々の反応タイムコースをモデル関数で近似し、その評価ファクターと測定値との関係を確認することで、反応タイムコースの変動を定量的にモニタリングできる。これまで異常反応の発見は、反応タイムコースの異常を目視で確認する場合がほとんどで、反応タイムコースの形状を定量的に評価して異常の有無を自動判定した事例は少ない。

今回、リパーゼ活性測定で異常な反応過程データを呈した患者検体の解析を例に、これまで目視による反応タイムコースの検証にとどまっていた異常反応過程の解析を MiRuDa を使って定量的に検証した。この検証を通して MiRuDa の評価ファクターにより過去のデータから類似の反応が抽出可能であることを示し、評価ファクターの有用性を実証した。

2. 材料および方法

1) 測定機器・試薬

リパーゼ活性測定の試薬はシグナスオート リパーゼ (株式会社シノテスト) を用い、LABOSPECT 008 a (株式会社日立ハイテク) にて測定した。反応過程データの解析は反応過程近似解析ツール MiRuDa (株式会社日立ハイテク) を使用した。蛋白分画と免疫固定法 (IFE) には、クイックジェル SP、クイックジェル IFE アガロースセットおよびクイックジェル IFE キット抗血清を試薬として用い、エパライザ Jr. にて測定した (いずれも株式会社ヘレナ研究所)。免疫グロブリンの影響を確認するための吸着処理は N-アッセイ TIA IgG-SH ニットーポー、N-アッセイ TIA IgM-SH ニットーポー (ニ

ットーポーメディカル株式会社) を使用した。

2) リパーゼ活性測定

リパーゼ活性測定試薬の成分は、第1試薬が緩衝液、第2試薬が基質液 (1,2-o-ジラウリル-rac-グリセロ-3-グルタル酸-(6-メチル-レゾルフィン) エステル) であり、第2試薬添加後の吸光度変化を、主波長 570 nm、副波長 700 nm で測定した。検体量は 1.6 μ L、第1試薬添加量は 100 μ L、第2試薬添加量は 50 μ L であり、測光区間 22~26 ポイントを活性の演算に用いた。

3) MiRuDa の仕様

MiRuDa は、個々の反応タイムコースをモデル関数で近似計算し、反応タイムコースの特徴を示す評価ファクター (Err, T1, p, q, D0) を計算する。Err は各測光ポイントにおける実測吸光度と近似値との差の二乗平均値を、p は漸近線の傾きを、q は漸近線の切片を、D0 は反応開始点における測定吸光度と漸近線の切片の差を、T1 は漸近線と測定吸光度の差が一定値以下になる時間を示す (Fig. 1A)。これらの評価ファクターと測定値等の散布図を作成しデータの分布を確認することで、反応タイムコースの異常な変動を判別可能とする。事前に取得した参考データに基づいて評価ファクターごとの回帰線と判別基準範囲を設定し、分析対象のデータプロットがこの基準範囲から外れたデータを乖離データと定義する (Fig. 1B)。

本研究では、2022年4月8日~2024年1月18日に東京医科歯科大学病院検査部にてリパーゼ活性測定を行った患者検体 10,771 例を対象とし、そのうち 2023年8月28日~2023年9月4日に同号機の LABOSPECT 008 a で同一ロットの試薬によって測定した患者検体 646 例の MiRuDa の評価ファクターを確認した。

4) 解析対象

当院検査部にて実施した血清リパーゼ活性測定において異常反応を認めた 1 名の小児患者を対象とし、入院期間中、検査部に診療目的で提出された血液検体の残余血清を解析した。本解析は、対象となる小児患者の保護者から事前にインフォームドコンセントを得て行った。

本研究は東京医科歯科大学医学部倫理審査委員会の承認 (M2021-135) を得て行った。

5) IgG, IgM 吸着処理

免疫グロブリン測定用の第2試薬に含まれる抗ヒト免疫グロブリンヤギ血清を利用して、IgG, IgM 除去を行った²⁾。血清 100 μ L に IgG 測定用第2試薬 (含 80% 抗ヒト免疫グロブリン G ヤギ血清, 以下 IgG-R2) 300 μ L を混和し、37°C で 30 分間インキュ

バージョン後, 20°C, 2,000 g, 10分間遠心した。抗原抗体反応により抗ヒト免疫グロブリンと結合・凝集したIgGを沈殿させ, 上清を回収した(以下IgG除去血清)。免疫グロブリン除去効果の比較対照として, 血清100 μ Lに生理食塩水300 μ Lを混和し, 同様に処理したのち上清を回収した(以下対照血清)。リパーゼ活性値へのIgG-R2の影響を確認するため, 生理食塩水100 μ LにIgG-R2 300 μ Lを混和し, 同様に処理したのち上清を回収した(以下陰性コントロール)。IgM除去も同様に, IgM測定用第2試薬(含55%抗ヒト免疫グロブリンMヤギ血清)を用いてIgM除去血清, 対照血清, 陰性コントロールを作製した。免疫グロブリンの除去効果は, IFEで確認した。

IgG/IgM除去血清, 対照血清, 陰性コントロールのリパーゼ活性とIgG, IgM値の比較, 反応タイムコースとMiRuDaの評価ファクターの確認を行った。

6) リパーゼ異常反応検体の検索

過去のMiRuDaのリパーゼ活性測定データ(10,771例)について, 解析対象のリパーゼ異常反応と同様の反応過程データを示す症例の有無を確認した。評価ファクター p , q , $D0$ の回帰線との y 残差を0~1の範囲に変換し, k-means法により3グループにクラスタリングを実施した(測定条件: 標準, 測定範囲: 0~400 U/Lを対象)。クラスタリングの結果より外れ値をピックアップし, 反応タイムコースの異常反応の有無を目視確認した。

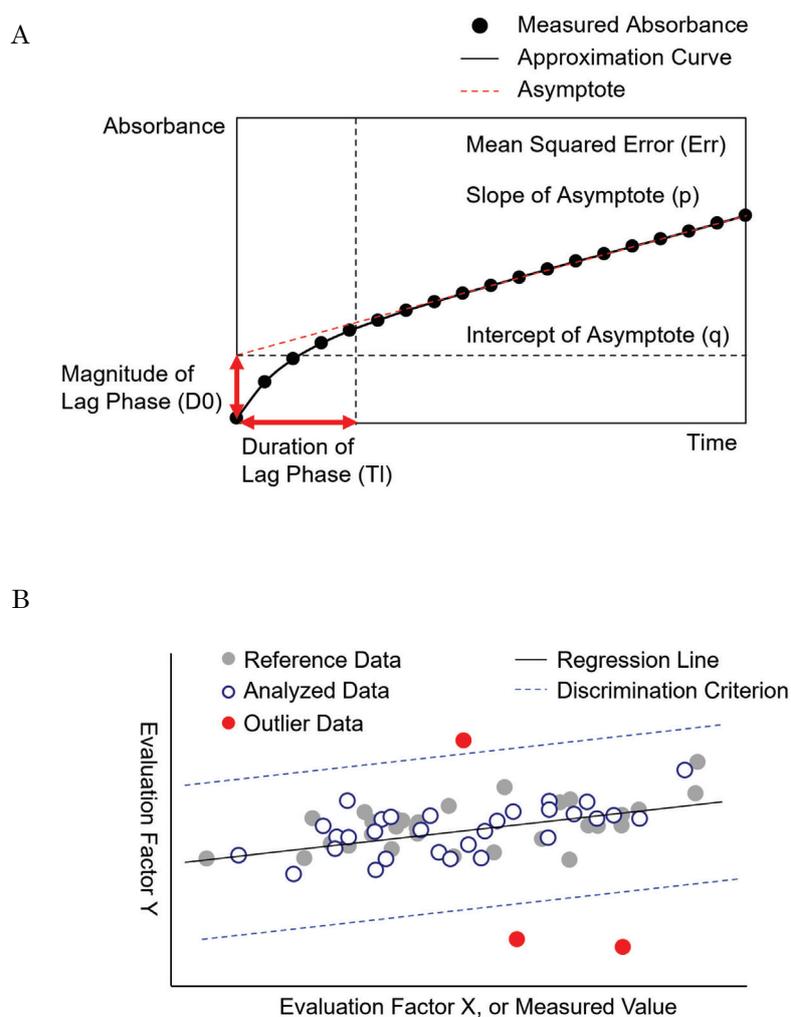


Fig. 1 The reaction process approximation analysis tool MiRuDa

A: Calculation method for the evaluation factors (Err , Tl , p , q , and $D0$) that characterize the reaction time course.

B: Analytical process for identifying outlier data.

3. 成績

1) 症例

患者は、DNA ligase IV 欠損症および急性骨髄性白血病の既往歴を持つ8歳の女兒である。20XX年8月28日のリパーゼ活性測定において32 U/Lという測定値にリニアリティ異常が付加された。リニアリティ異常はLABOSPECT 008 aのチェック機能の一つであり、反応過程の各区画における1分間当たりの吸光度変化を比較する。本来レート法では吸光度変化と時間の関係が直線であることから、反応の前半と後半の吸光度変化の差が大きく全体に対して限界値以上である場合に、分析装置からリニアリティ異常が出力される。その他の検査所見は、AST 205 U/L, ALT 138 U/L, LD 343 U/L, ALP-IFCC 525 U/L, GGT 325 U/L, CRE 0.97 mg/dL, シスタチンC 3.03 mg/L, UA 9.8 mg/dLであり、

肝胆道系酵素や腎機能障害の指標も上昇していた。IgGは806 mg/dL, IgAは206 mg/dL, IgMは160 mg/dLで基準範囲内であった。分析装置から出力された血清情報は一部異常色調（乳び1, 溶血0, 黄疸1）を示し、目視確認では血清は茶褐色を呈していた。

リパーゼ活性測定時のリニアリティ異常は、入院期間中に提出された一連の検体のうち8月28日と9月4日の測定時に出力された（Fig. 2A）。一方、その前後の8月21日および10月2日では、リニアリティ異常は出力されなかったが、反応タイムコース異常を認めた。また11月1日の測定では反応タイムコースに異常はなく、血清の茶褐色の変色も認められなかった。

蛋白分画解析によって患者血清中の γ 分画に小さなMピークを認め、IFEによる解析でIgG- κ 型のM蛋白を同定した（Fig. 2B）。

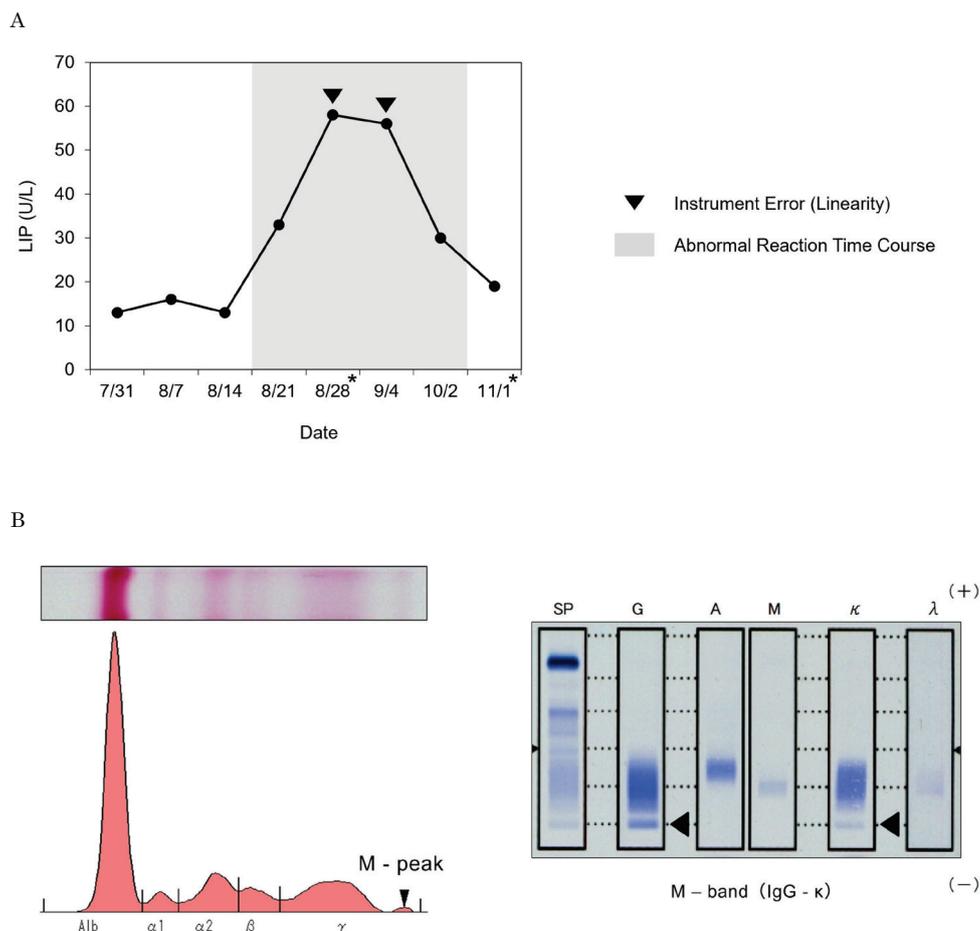


Fig. 2 Analyses of the patient's serum samples

A: Time series data of lipase activity for the relevant patient. * Day of M-band detection in the patient serum by IFE analysis.

B: Protein fractionation and immunofixation electrophoresis (IFE) of the patient's serum.

2) 反応タイムコースおよび評価ファクター

反応タイムコースは、対照血清では第2試薬添加後の主波長、主波長-副波長における吸光度の変化が直線的な上昇であるのに対し、異常反応を示した8月28日の患者血清では、主波長、副波長、主波長-副波長の吸光度がいずれも曲線的な上昇を認めた (Fig. 3)。この時の評価ファクターは、Err, T1は回帰線上に位置していたが、p, q, D0は判別基準内ではあるものの回帰線から乖離していた (Fig. 4)。

患者血清を2, 3, 5, 20, 50倍に希釈して測定した値はそれぞれ、58, 73, 46, < 2, 8 U/Lであり、希釈直線性は認められなかった。これら希釈系列ごとのタイムコースを確認したところ、吸光度の異常上昇は特に副波長において顕著であり、5倍希釈を行っても副波長は軽度の上昇を示した (Fig. 5)。

3) 患者免疫グロブリンの影響の解析

当該患者血清 (8月28日の残余血清) において対照血清とIgG/IgM除去血清を比較した。IgG/IgM除去血清ではIgG, IgMがそれぞれ大幅に減少し、IFEによってIgG, IgMのそれぞれのバンドが完全に消失していることを確認した (Fig. 6)。

この免疫グロブリン除去血清でリパーゼ活性測定を行ったところ、IgMを除去したことでリパーゼ活性値が低下した (Fig. 7)。ただし免疫グロブリン

測定用第2試薬にリパーゼが含まれており、リパーゼ値の比較には測定値の補正の必要がある。IgM除去血清の測定値から陰性コントロールの測定値を引いた値を試薬との希釈倍率で補正したところ、リパーゼ値は12 U/L(=(11-8)×4)となり、正常なタイムコースが得られていた時期と同程度となった。

IgM除去時の反応タイムコースは、副波長の異常上昇が抑制された (Fig. 8)。またIgM除去血清のMiRuDaの評価ファクターは、乖離のみられたp, q, D0のいずれにおいても、プロットが対照血清と比較して回帰線に近づいた (Fig. 9)。

4) リパーゼ異常反応検体の検索

解析対象から得られたMiRuDaの評価ファクターの知見から過去のデータを再評価して、リパーゼ測定において同様の異常反応が起こった事例がないかを後方視的に検討した。過去データを評価ファクターでクラスター分類を行い、リパーゼ活性とファクターpの散布図で視覚化した (Fig. 10A)。LABOSPECT 008 a 1号機ではクラスター1が5,232例、クラスター2が56例、クラスター3が11例、LABOSPECT 008 a 2号機ではクラスター1が5,433例、クラスター2が34例、クラスター3が5例であった。各号機のクラスター2, 3を外れ値 (計106例) とし反応タイムコースを目視確認したとこ

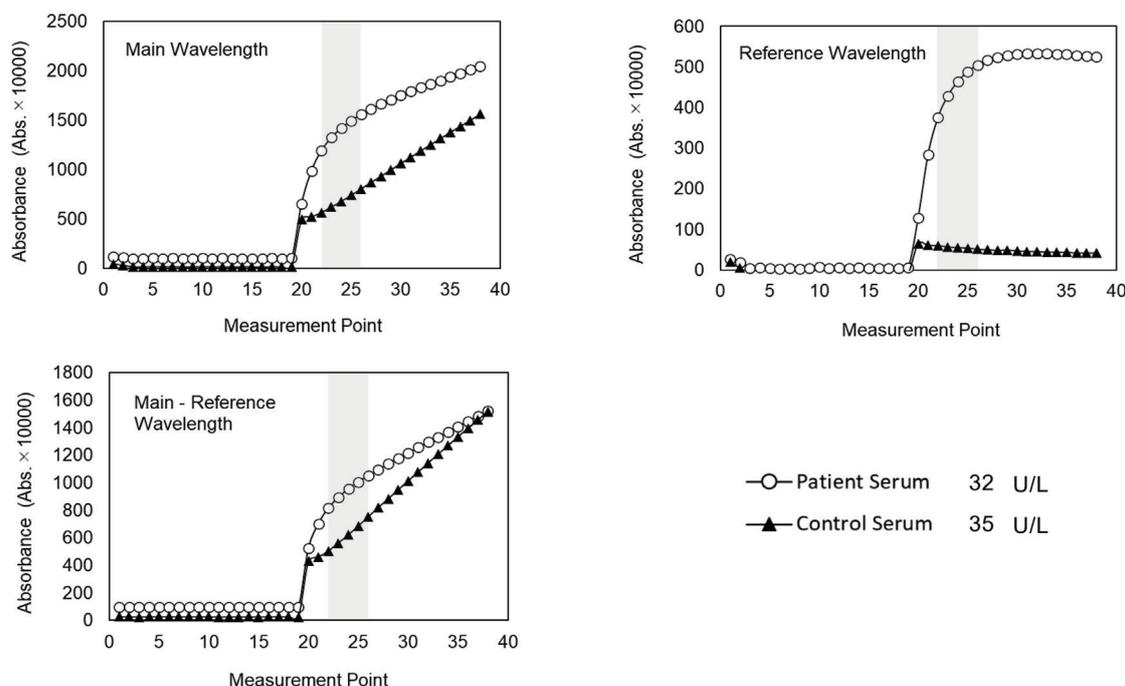


Fig. 3 Reaction time course in lipase measurement
Comparison between patient and control serum.

ろ、今回のリパーゼ異常反応と同様、第2試薬添加後に吸光度の異常上昇を認めた症例を1例発見した (Fig. 10B)。左記症例はLABOSPECT 008 a 2号機のクラスター3に該当し、その他の105例に反応タイムコース異常は認めなかった。当該患者は88歳の男性で、左側頬粘膜癌の手術後であった。胃ろうを介して完全経管栄養を行っており、栄養状態の改善と全身管理を目的として入院治療中であった。M蛋白の有無は確認できなかったが、IgGは995 mg/dL、IgAは389 mg/dL、IgMは521 mg/dLでIgMのみ高値傾向であった。MiRuDa評価ファクターは、p、q、D0が乖離しており本症例の8月28日

の検体と同様の異常反応であった。

4. 考察

MiRuDaは個々の反応過程をリアルタイムで解析して、日常検査での反応過程データの活用をサポートする。今回我々は、リパーゼ活性測定における異常反応に本ツールを適応し、評価ファクターp、q、D0によって異常な変動を判別できることを明らかにした。また、免疫グロブリン吸着処理の効果を確認できたことや、評価ファクターを活用して過去の異常反応を検出できたことから、MiRuDaが異常反応の解析および検出において有用であることを示し

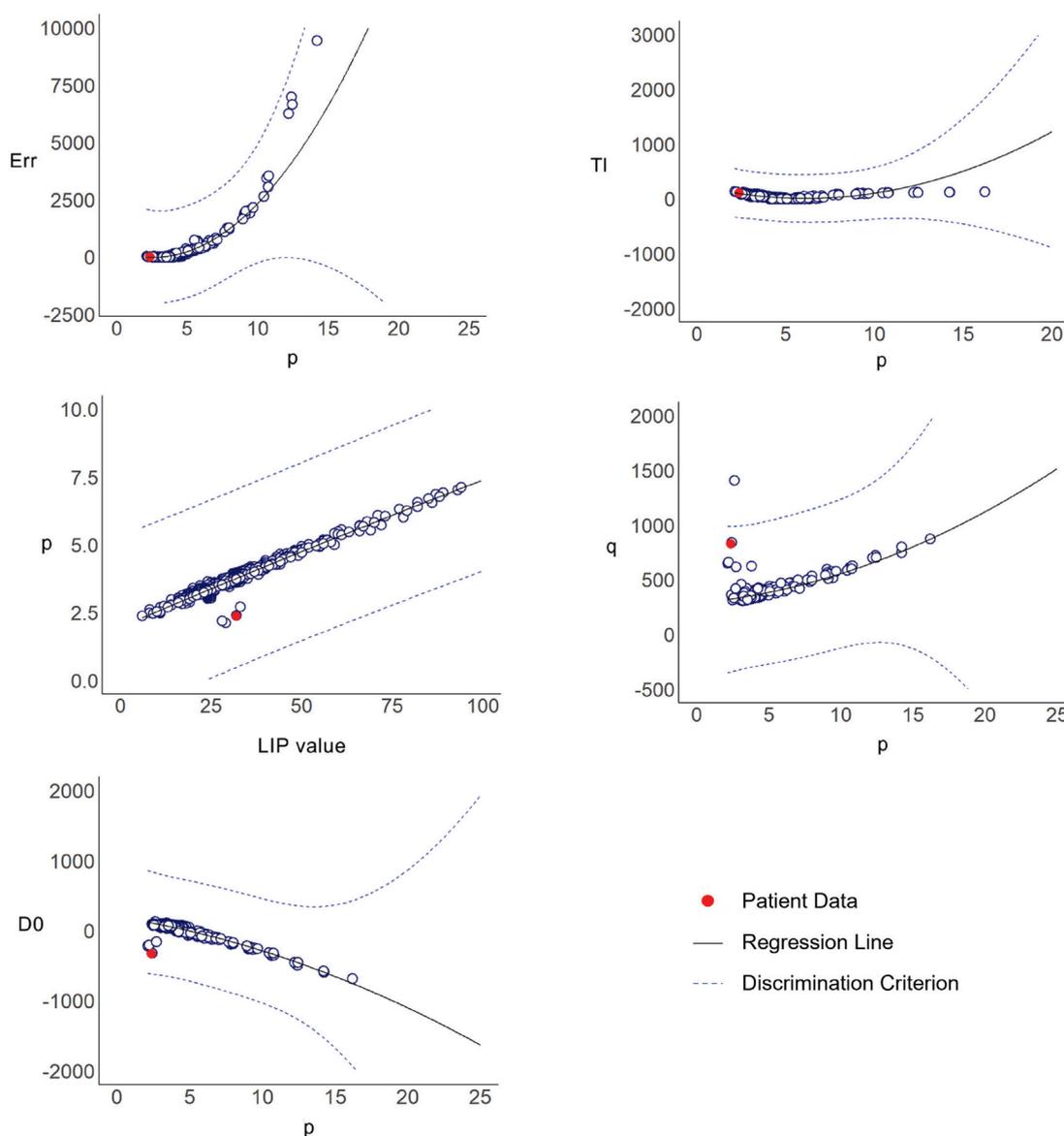


Fig. 4 Analyses using MiRuDa evaluation factors for identifying abnormal reactions in lipase measurement

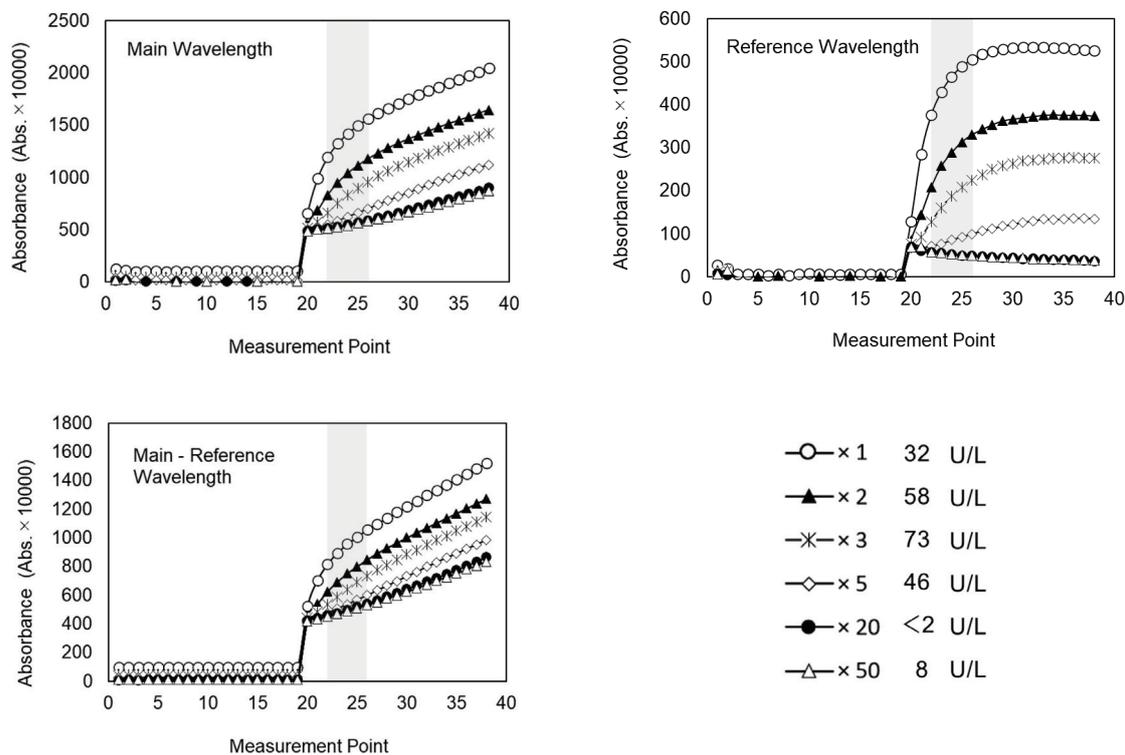


Fig. 5 Reaction time course in lipase measurement Comparison across dilution series of serum samples.

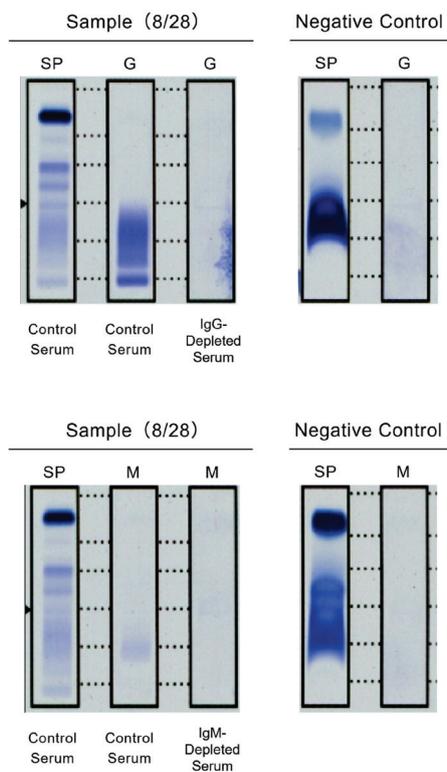


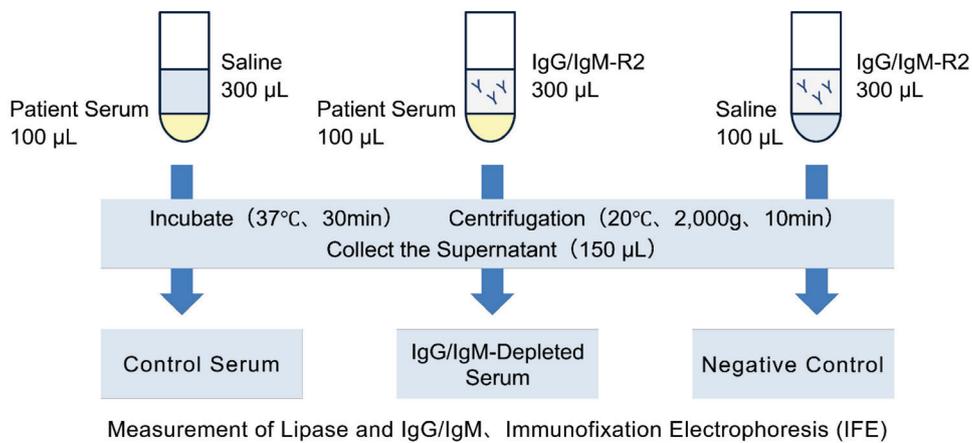
Fig. 6 Change in the serum profile observed in IFE analysis with and without IgG or IgM adsorption treatment

た。

8月21日、10月2日のリパーゼ活性測定は、分析装置やLISによるデータアラームはないものの、8月28日や9月4日と同様に第2試薬添加後の吸光度上昇を認め、一時的に異常反応が起こっていたと考えられる。8月28日のリパーゼ活性測定で評価ファクターp, q, D0が回帰線から乖離したのは、第2試薬添加後に吸光度が異常上昇したことが原因である。これにより、反応タイムコースの傾きが変化し、漸近線の傾きであるpは小さく、漸近線の切片であるqは大きくなったと考えられる。D0は反応開始点における測定吸光度と漸近線の切片の差を示すため、qと同様に異常反応の影響を受けた。Fig. 4で、今回の異常反応の発見のきっかけとなった8月28日の初検値を赤プロットで示したが、周辺の青プロットも同一患者の測定結果（希釈再検や8月21日、9月4日など）であった。評価ファクターqにおける乖離プロットは、今回の症例とは関係なく強溶血検体であり、qは血清の色調に影響を受けるため乖離したと考えられた。また、pが大きくなるにつれて

Errは上に、Tlは下に乖離傾向がみられるが、回帰線設定の際に取得した参考データが低濃度側に偏っていたことが影響していると考えられる。

血中に存在するM蛋白や免疫グロブリンなどが測定試薬の成分と反応し、凝集や沈殿物を生成することで異常値を引き起こす原因となることが知られている¹⁾⁻¹¹⁾。IgM吸着処理により8月28日の検体のタイムコースが正常化した一方、IgG-κ型のM蛋白を含むIgG吸着処理では正常化しなかった。このことから、異常反応の原因は患者IgMにあったと考えられる。IgMを除去したことでより真値に近いリパーゼ活性の測定結果が得られたことは、IgM吸着処理後にMiRuDaの評価ファクター（p, q, D0）が回帰線に近づいた結果からも示唆された。過去にも、IgMが測定試薬と反応した際に生じた混濁によりリパーゼが偽高値を示した事例が報告されており、イオン強度の低い溶液と混和すると混濁が生じることが示されている⁸⁾。今回は患者の残余血清量が少なかったため測定試薬との混和による白濁を目視で確認することはできなかったが、タイムコ



	Control Serum	IgG-Depleted Serum	Negative Control	
IgG	136	4	-	mg/dL
LIP	19	28	6	U/L

	Control Serum	IgM-Depleted Serum	Negative Control	
IgM	40	2	-	mg/dL
LIP	18	11	8	U/L

Fig. 7 IgG or IgM adsorption treatment of patient serum

The upper figure illustrates the protocols for IgG or IgM adsorption treatment. The table presents IgG levels and lipase activities in the patient serum with and without the adsorption treatment.

反応過程近似解析ツールMiRuDaによる異常反応タイムコースの定量的検証とその応用～リパーゼ活性測定における異常反応解析を用いて～

ースが本症例と同様の波形を呈したことから、過去の報告と同様の現象が発生していた可能性が考えられる。8月28日の患者血清は茶褐色を呈していたが、第二試薬添加後に吸光度が異常上昇したことや、検体の濁りなどを補正するための副波長において吸光度の異常上昇が顕著であったことから、直接的な原因ではないと考えた。なお、茶褐色の色味の原因として、慢性特発性血小板減少性紫斑病、再生不良性

貧血および夜間発作性ヘモグロビン尿症の治療薬であるTPO受容体作動薬レボレードを考える。本薬は、経口投与により血清が暗褐色に色調変化することが報告されており¹³⁾、当該患者も服用していたことを確認した。

今回のリパーゼ活性測定の解析において、MiRuDaの評価ファクター p は回帰線が直線に近くプロットの分布の特徴を捉えやすいことから、過去

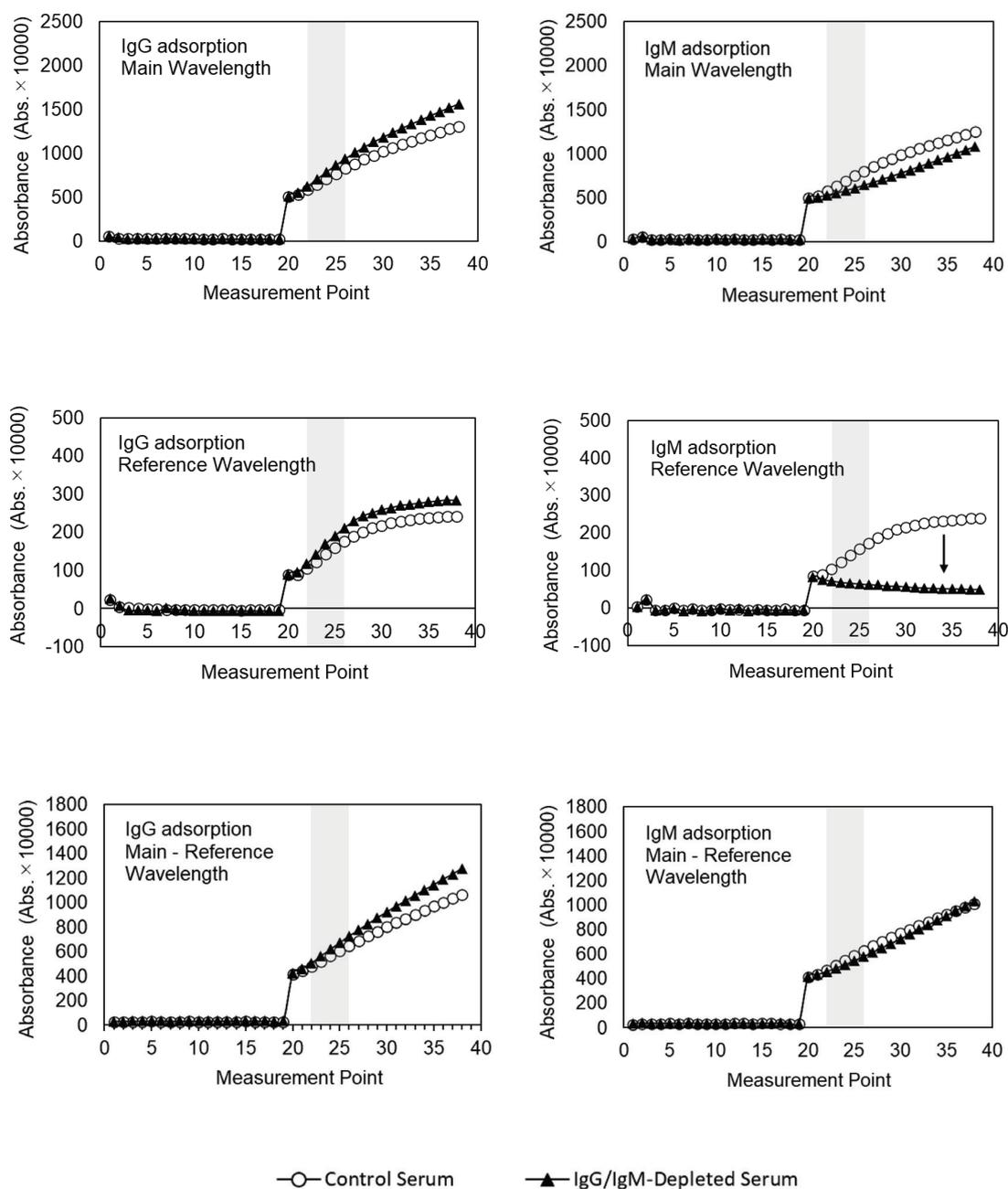


Fig. 8 Change in reaction time course with and without IgG or IgM adsorption treatment

の測定データをリパーゼ活性とpの散布図で視覚化した。また、客観的に外れ値を判別できるようk-means法によりクラスタリングを実施し、過去の類似症例を検索した。今回と過去の症例で、年齢や性別、病歴などの共通点はみられなかったが、MiRuDaを使用して臨床的背景の異なる過去の異常反応を見つけられたことは有用な結果である。MiRuDaはリアルタイムに解析を行えるため、分析装置やLISのチェック機構に加え活用することで、本症例のような異常反応の検出が容易となると考えられる。しかし、初期設定ではMiRuDaの判別基準幅は広く設定されており、本症例、過去症例とも乖離データとしてピックアップできなかった。リアルタイムに異常反応を見つけるには事前に判別基準幅を見直した上でMiRuDaを活用する必要がある。また現時点ではMiRuDaのパラメータ解析のみでは、異常反応を検知できたとしても、異常反応の原因まで特定することは難しい。今後、異常反応の原因とMiRuDaのパラメータの関係を明らかにできれば、MiRuDaを用いた原因推定まで行える可能性がある。

その実現には、異常反応と各種パラメータの更なるデータの蓄積が必要と考える。

5. 結論

MiRuDaを活用することで、リパーゼ活性測定における異常反応を検出することができた。また、免疫グロブリン吸着処理後の反応過程データをMiRuDaにより解析した結果、評価ファクターp, q, D0で検査結果の妥当性を評価することができた。さらに評価ファクターを用いて過去の同様の異常反応を発見できたことから、MiRuDaは異常反応の解析や発見において有用であることが示された。

本研究は株式会社日立ハイテクとの共同研究により行われている。井口は企業に所属しており、研究費、給与等は株式会社日立ハイテクより支給されている。

本論文の内容の一部は、第64回日本臨床化学会年次学術集会にて発表した。

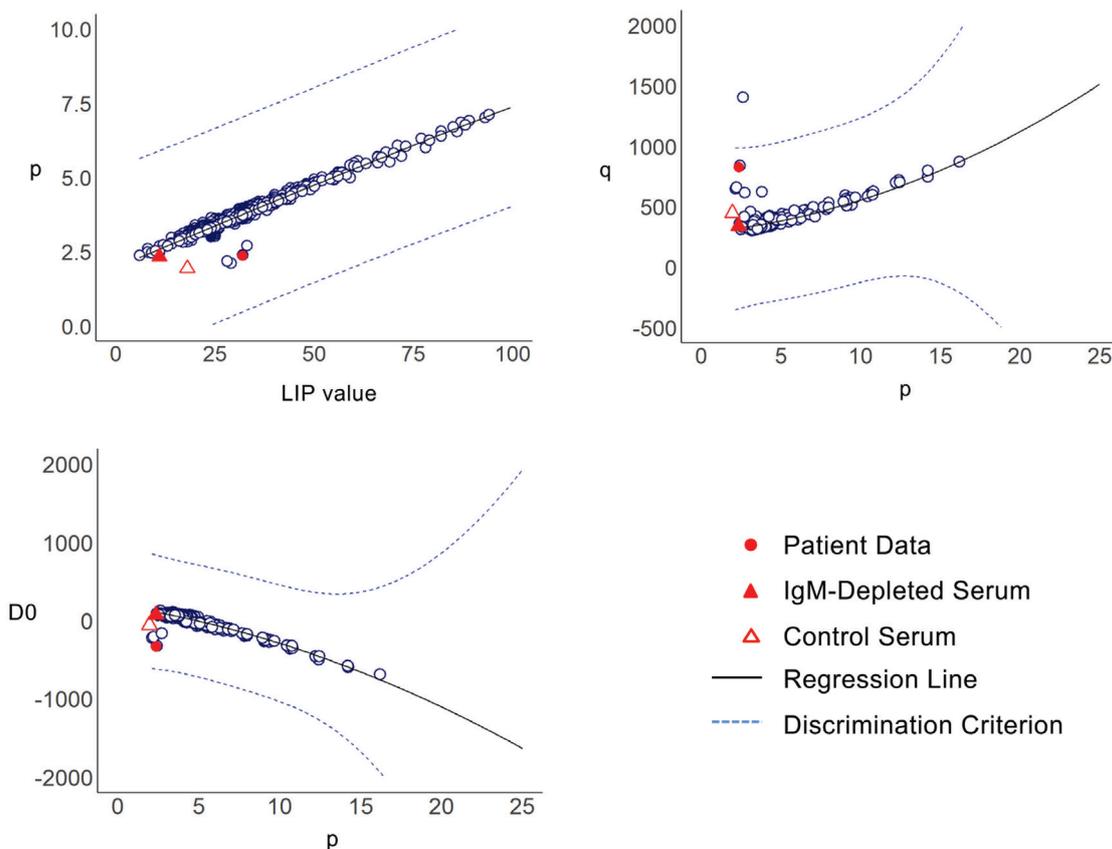


Fig. 9 Changes in the plots of MiRuDa evaluation factors (p, q, and D0) for lipase activity in the scatter plot after IgM adsorption treatment of the patient serum

反応過程近似解析ツールMiRuDaによる異常反応タイムコースの定量的検証とその応用～リパーゼ活性測定における異常反応解析を用いて～

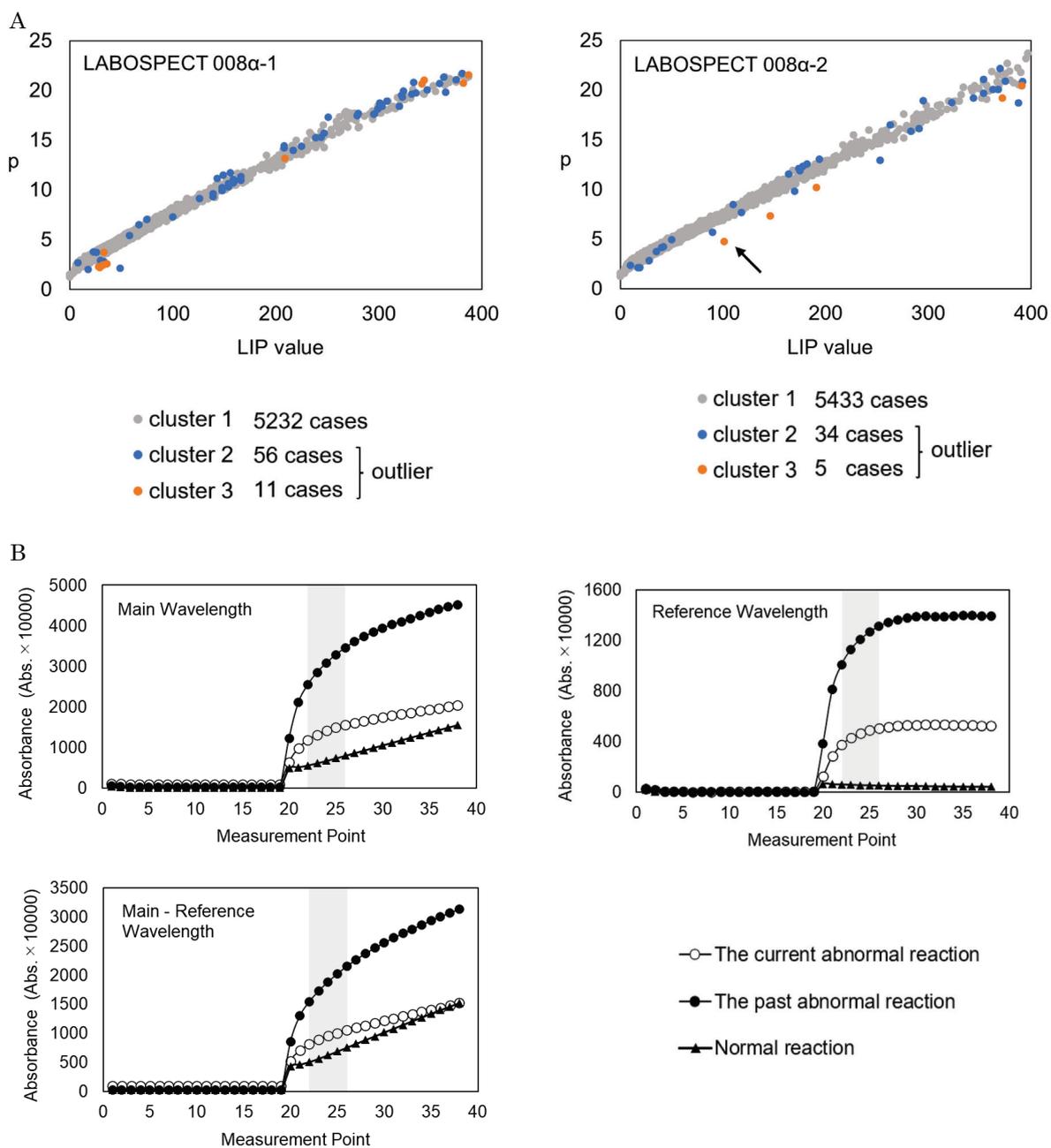


Fig. 10 Analysis of past data

- A: Scatter plot of lipase activity versus factor p in serum lipase activity measurements from the past data ($n = 10,771$). The arrow indicates the plot from an abnormal time course. The plots are color-coded into three classes (Class 1, Class 2, and Class 3) based on clustering analysis.
- B: Comparison of the reaction time courses in lipase activity measurements between the patient serum and the data indicated by the arrow from the past data. In both cases, an abnormal increase in absorbance was observed after the addition of the second reagent.

文 献

- 1) 青木義政, 亀子光明, 藤田清貴ほか. 酸性条件下で凝集沈澱するIgG4- λ 型M蛋白が引き起こしたアルブミン測定への影響. 生物物理化学 2007;51(4):231-235
- 2) 大杉千尋, 村上信司, 渡辺嗣信. AST測定試薬と反応するIgM- κ 型M蛋白の性状. 医学検査 2014;63(6):730-736
- 3) 井本真由美, 山田俊幸, 山口逸弘ほか. 免疫比濁法 (turbidimetric immunoassay: TIA) で異常反応が感知されずIgMが偽低値に報告されたIgM型M蛋白血症の一例. 臨床病理 2018;66(9):957-961
- 4) 井本真由美, 前田裕弘, 山口逸弘ほか. 免疫比濁法測定において第一反応で白濁しエラーコードが付かず, 偽低値に測定されたIgM- κ 型M蛋白の解析 -エラーコードが付かなかったIgM偽低値2症例目-. 医学検査 2019;68(2):401-405
- 5) 中嶋清美, 太田由佳, 矢部茂季ほか. M蛋白血症患者における無機リン測定の検討. 日本臨床検査自動化学会誌 2014;39(5):630-634
- 6) 佐藤裕久, 工藤真理子, 真里谷靖ほか. 免疫グロブリン定量値と血清蛋白分画値に乖離がみられた2症例. 生物物理化学 2007;51(4):237-241
- 7) 川崎健治. 2) 検体 (試料) 由来の異常データ・異常事例. Medical Technology 2014;42(8):786-797
- 8) 岩田祐紀, 糸原智生, 柳樂治希ほか. 高IgM血症により血中リパーゼが偽高値を示した1症例. 島根医学検査 2020;48(1):19-23
- 9) 潮崎裕也, 松村充子, 畑中徳子ほか. 139血清リパーゼ測定試薬における異常反応出現について. 日本臨床検査自動化学会誌 2016;41(4):544-544
- 10) 阿部正樹, 松浦知和, 俵木美幸ほか. 癌免疫細胞療法実施後にCEA偽高値を呈した患者血清の検討. 臨床病理 2011;59(8):763-769
- 11) 徳竹佐智夫. 2. 事例編 2) 検体に起因する異常反応 (2) 異好抗体(HAMAなど). Medical Technology 2013;41(7):758-762
- 12) 藤本一満. 生化学自動分析装置の反応タイムコースを使いこなす. Medical Technology 2021;49(1):56-63
- 13) 増田あゆみ, 下門聖子, 中川央充ほか. 90 レボレード投与が血清鉄測定値に影響したと考えられる症例. 日本臨床検査自動化学会誌 2024;49(4):381-381