

原著

診療放射線技師国家試験における問題難易度の 識別指数に基づいた評価の試み

新井 正一・小林 龍徳

純真学園大学 大学院 保健医療学研究科 保健衛生学専攻
保健医療学部 放射線技術科学科

A pilot study on the discriminant index evaluation of question degree of difficulty
of national radiological technologist examination

Shoichi ARAI, Tatsunori KOBAYASHI

Couse of Health Sciences, Graduate School of Health Sciences
Department of Radiological Science, Faculty of Health Science
JUNSHIN GAKUEN UNIVERSITY

要旨： 識別指数は、様々な試験において問題難易度を評価するための指標として利用されている。識別指数は、問題が成績上位者と成績下位者を識別する能力の客観的評価値である。従来、診療放射線技師国家試験の難易度は、正答率と科目責任者の経験に依存する主観的評価であった。本研究の目的は、識別指数に基づいた診療放射線技師国家試験の難易度評価の検討である。識別指数と正答率は、本学科61名の第72回診療放射線技師国家試験の自己採点結果から計算した。本研究では、識別指数が0.2-0.4、正答率が60-80%の問題を問題難易度が適切とした。本研究の結果では、18問の難易度が適切であった。本研究の結果は、識別指数を用いた問題難易度の評価の有用性の可能性について示唆している。

キーワード： 識別指数, 正答率, 難易度, 客観的評価, 診療放射線技師国家試験

Abstract : A discriminant index uses to evaluate question degree of difficulty in various examinations. The discriminant index shows the discriminant ability of questions for high- and low-scoring students. A conventional evaluation of question degree of difficulty is the correct answer rate and a teacher's subjective evaluation in national radiological technologist examination. This study aims to investigate the estimation of the question degree of difficulty based on the discriminant index. The discriminant index and correct answer rate calculated from self-marking results of our department students ($n=61$) in the 72nd radiologic technologist examination. In this study, we defined an adequate degree of difficulty of the question with the discriminant index in the range of 0.2 to 0.4, and the correct answer rate is 60 to 80%. The result of our proposed method evaluated 18 questions as adequate questions. In conclusion, our proposed method indicates the usefulness of evaluating the question degree of difficulty using the discriminant index.

Keyword : discriminant index, correct answer rate, degree of difficulty, objective evaluation, radiologic technologist examination

1. はじめに

診療放射線技師国家試験（以下、国家試験）は、厚生労働省のホームページで出題基準が公開されており、専門基礎分野、専門分野から成る14科目で実施される [1,2]。国家試験の各問題は、出題基準に示されている大項目、中項目、小項目に基づいて作成される。

われわれ各診療放射線技師養成施設は、出題基準を網羅するカリキュラム作成と国家試験対策をしている。この国家試験対策の基本方針は、受験生が頻出用語を覚え、解答が容易な問題や基本的な問題を確実に正答できるような指導である。この基本的な問題や解答が容易な問題を識別するための指標として、難易度が必要である。この難易

令和3年1月24日

純真学園大学 保健医療学部 放射線技術科学科 教授

度を測る代表値は、正答率（正解率）がある。これは、受験者の正答数を受験者数で割れば計算できるため、簡便に問題難易度を推定できる。この正答率を利用した難易度の推定には、担当科目に関する国家試験対策の十分な経験が必要である。

これは、正答率を用いた難易度の推定は、科目責任者の主観的評価であり、経験が浅い教員は問題難易度の判断が難しいと考えられる。

識別指数は、正答率と同様に問題難易度を測る評価値であり、他の国家資格や資格試験において問題難易度の客観的評価に利用されている [3-5]。識別指数は、受験者の成績上位者と成績下位者の正誤数から、問題の上位・下位者の識別能力を評価できる。

本研究の目的は、識別指数に基づいた診療放射線技師国家試験の難易度評価の検討である。本論文では、2020年2月20日に実施された第72回国家試験を受験した本学学生の自己採点結果から識別指数を算出し、従来利用されてきた正答率との併用について検討する。

2. 方法

2.1. 本研究の倫理的配慮について

本研究の内容は、純真学園大学の倫理委員会にて承認を得ている (H30-11)。本学6期生（人数 $n = 61$ ）に本研究の目的について説明し、同意が得られた学生の自己採点結果のみを利用した。

2.2. 識別指数の計算方法

識別指数（Discrimination Index: D.I.）は、慣例的に受験者全体 N の成績上位者25%、成績下位者25%の正解数と誤解答数から式（1）より計算した [3,4]。

$$D.I. = \frac{(A \times D) - (B \times C)}{\sqrt{(A+B) \times (C+D) \times (A+C) \times (B+D)}} \dots (1)$$

ここで、A：上位25%中の正解者数、B：上位25%中の誤解者数、C：下位25%中の正解者数、D：下位25%中の誤正解者数である。一般に識別指数は、-1.0～1.0の範囲になり、一般に0.2以上であれば、良問と判断される [3,4]。

2.3. 正答率と識別指数に基づいた問題難易度の評価方法

図1は、識別指数と正答率の関係を説明するために、Excel（Microsoft, USA）の randbetween 関

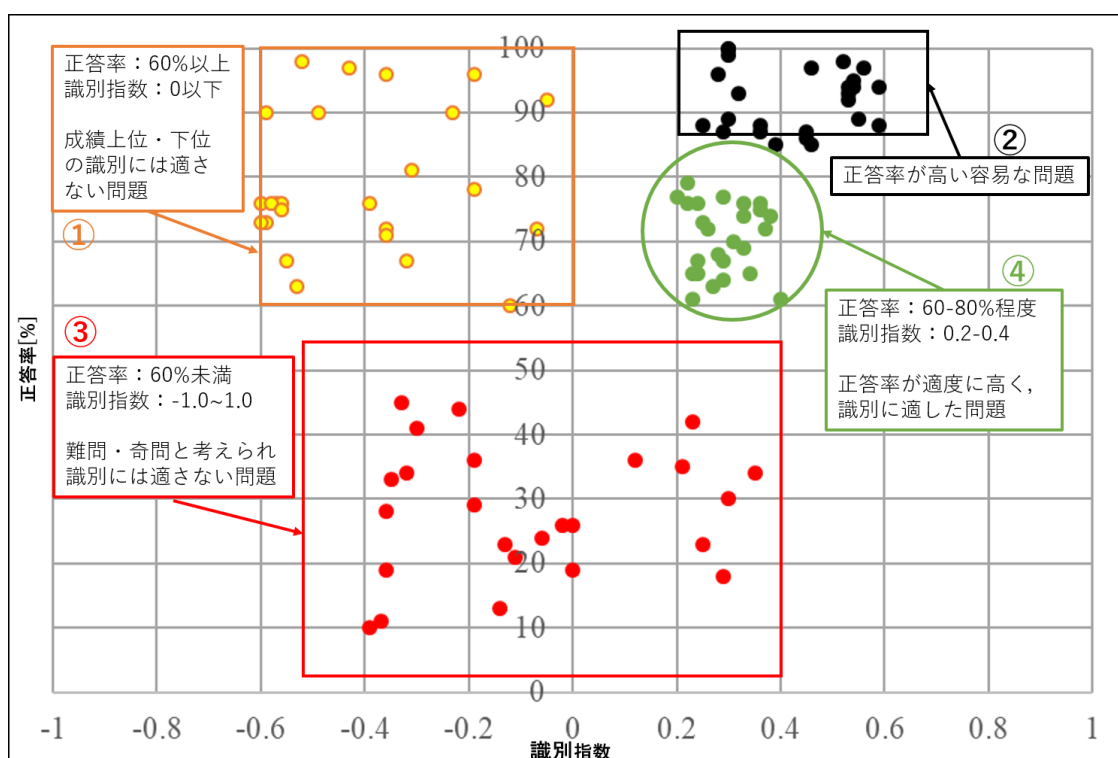


図1 正答率と識別指数に基づく4つの区分

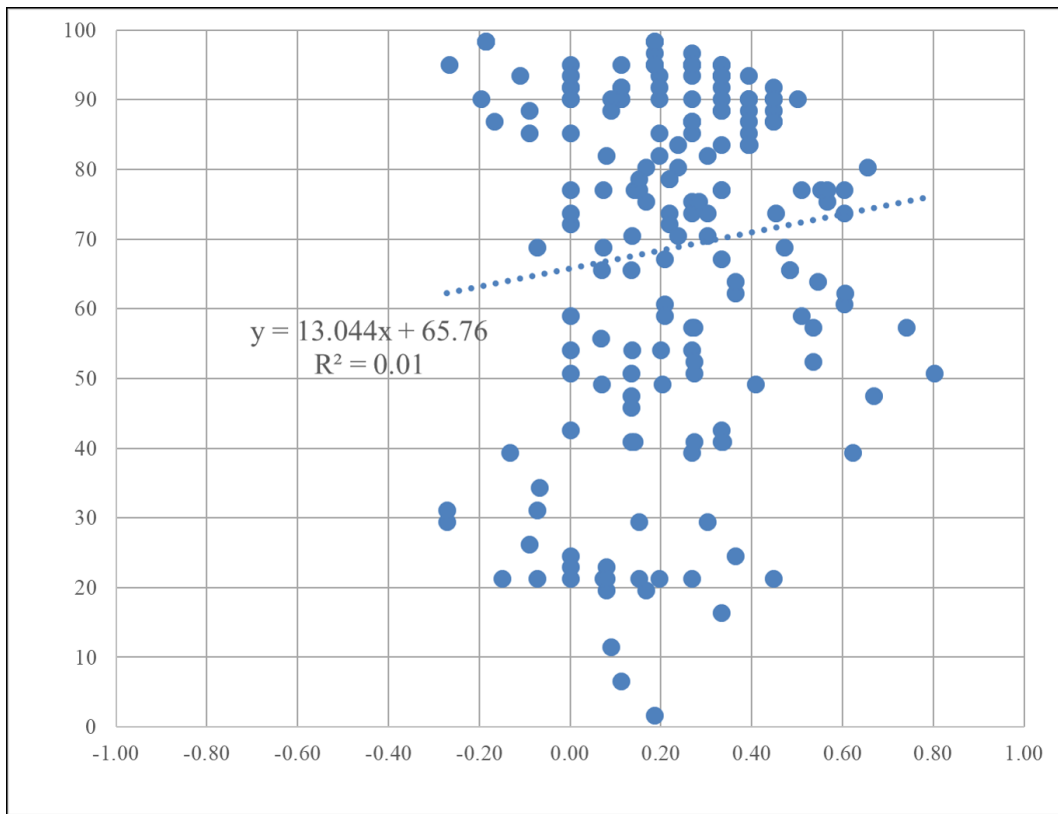


図2 正答率と識別指数の相関関係

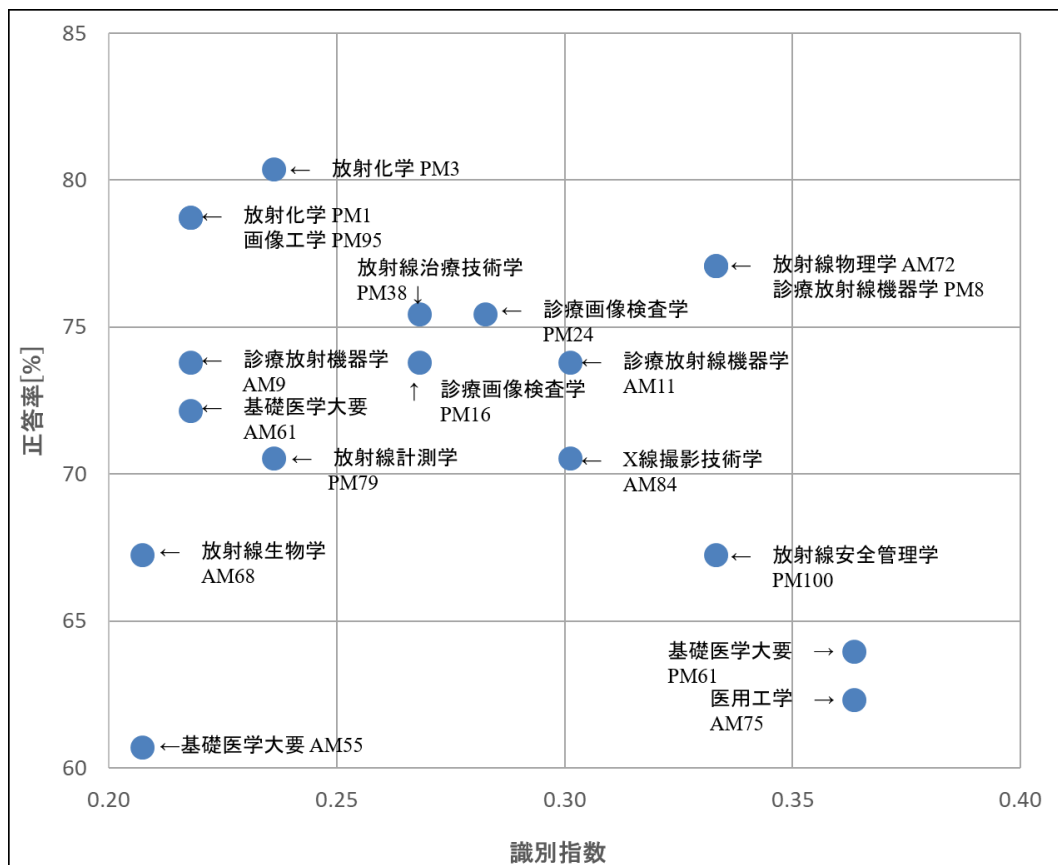


図3 適切な問題と評価した18問の分布

数で作成した散布図である。横軸は識別指数、縦軸は正答率を示している。本論文では、問題難易度を評価するための閾値を共著者と協議し、設定した。正答率の閾値は、受験者の半数以上が正答でき、適度な難易度を持つ問題としてでき、経験的に60%以上、80%以下、識別指数は先行研究から0.2以上、0.4以下とした[3, 4]。そして、図1に示すように、識別指数と正答率から4つの区分に分けた。区分1は、正答率が高く、識別指数が低い問題である。これは、問題難易度が低いため、成績上位者と成績下位者の識別には適していない問題である。区分2は、正答率と識別指数が高い問題である。これは、識別に適している問題も含まれるが、正答率が高いため、出題基準に示されている基本的事項を、正しく覚えていれば、正答が可能な問題等である。区分3は、正答率が60%未満であり、識別指数が-1.0-1.0の範囲に分布する問題である。これは問題難易度が高く、成績上位者でも間違える可能性があり、新傾向問題や難問、奇問に該当すると考えられる。区分4は、正答率が60-80%程度、識別指数が0.2-0.4の範囲にある問題である。本研究では、これらの問題を難易度が適した問題とした。これらの問題は基礎的な内容ではあるが、正確な暗記や計算力が求められる問題である。正答率が高い問題は、容易な問題と考えられるが、識別指数が0.2以上であるため、成績上位・成績下位を識別できる問題である。

2.4. 本研究で使用したデータについて

正答率と識別指数は、本学学生 ($n = 61$) が受験した第72回国家試験の自己採点結果から計算した。自己採点結果は、厚生労働省が公表した正答値で採点した。なお、厚生労働省が解なしとした問題については、除外した。除外した問題は、午前問43, 99, 午後問42である。これらの情報は、厚生労働省のホームページに合格発表時に掲載されており、参照いただきたい[6]。

3. 結果

3.1. 本学の72回国家試験の結果について

本研究で使用した学生61名の各科目と総得点の平均点と正解率を表1に示す。第72回は午前問

43, 99, 午後問42の計3問が除外され197点満点である。本学の平均正答率は、68.8%であった。

表1 本学学生 (61名) の平均正解数と

科目	平均 正解数	平均 正答率
放射化学	5.5	68.9
診療画像機器学	13.9	69.7
診療画像検査学	13.0	65.2
核医学検査技術学	14.9	74.7
放射線治療技術学	14.0	69.8
医用画像情報学	5.6	55.6
基礎医学	23.5	78.2
放射線生物学	7.0	70.0
放射線物理学	6.9	68.7
医用工学	3.0	42.4
放射線計測学	6.6	65.9
X線撮影技術学	13.4	67.2
画像工学	2.5	50.5
放射線安全管理学	8.6	85.9
総正解数	135.6	68.8

3.2. 正答率と識別指数の相関について

図2は、本学学生の第72回国家試験における正答率と識別指数であり、横軸が識別指数、縦軸が正答率である。この分布のピアソンの相関係数は0.27であり、相関関係は低かった。また、線形近似式の R^2 値は0.01であり、正答率と識別指数は線形近似式を用いて線形変換できない。

3.3. 問題難易度が適切な問題について

本研究では、われわれが設定した正答率と識別指数の閾値より、18問の問題難易度が適切と評価できた。表2は、18問の科目名、問題番号、識別指数、正答率を示している。図3は、図2の識別指数と正答率の表示範囲を、それぞれ0.2-0.4と60-80%に変更し、科目名と問題番号を付けたグラフである。

表2 問題難易度が適切と評価した問題

科目名	問題 番号	識別 指数	正答率 [%]
放射化学	PM1	0.22	78.7
	PM3	0.24	80.3
診療画像機器学	AM 9	0.22	73.8
	AM11	0.30	73.8
	PM8	0.33	77.0
診療画像検査学	PM16	0.27	75.4
	PM24	0.27	73.8
放射線治療 技術学	PM38	0.28	75.4
	AM55	0.21	60.7
基礎医学大要	AM61	0.22	72.1
	PM61	0.36	63.9
放射線生物学	AM68	0.21	67.2
放射線物理学	AM72	0.33	77.0
医用工学	AM75	0.36	62.3
放射線計測学	PM79	0.24	70.5
X線撮影技術学	AM84	0.30	70.5
画像工学	PM95	0.22	78.7
放射線安全 管理学	PM100	0.33	67.2

4. 考察

本研究では、識別指数と正答率の閾値を設定し、問題難易度が適切な問題の抽出と、抽出された問題の分析について述べた。正答率の閾値は、われわれの経験的に基づいて60-80%とした。識別指数の閾値は、先行研究を参考に0.2-0.4とした [3-5]。第72回の国家試験において、識別指数が0.2-0.4、正答率が60-80%の範囲内の問題は18問あった。科目責任者は、問題難易度が適切と評価された問題を分析し、その結果を模擬試験の問題作成や国家試験対策に利用できる。

本研究の最終目的は、国家試験の各問題の問題難易度を評価し、分析結果と問題難易度が適切な問題の国家試験対策への利用である。

従来の正答率のみの問題難易度の評価では、教育経験が十分な教員が正答率から問題の本質を考察し、正答率から問題の難易度を評価できる。しかし、教育経験が浅い教員は、正答率だけでは問題難易度の評価を誤る可能性がある。また、従来の問題難易度の評価は主観的評価であり、そのように評価した理由と根拠の客観性が乏しい。識別指数は成績上位者と成績下位者の正誤解答数から計算できる統計量であり、客観的評価値である。正答率と識別指数を併用した問題難易度の評価は、本学の国家試験対策の強い部分、弱い部分を客観的評価に評価できるとともに、経験に依存しない問題難易度が適切な問題の選別が容易となる。

図2に示したように、正答率と識別指数の相関は低く、正答率と識別指数は問題に対する評価視点が異なる独立した評価値と考えられる。これは、正答率が問題解答者全員の正誤から評価しているのに対し、識別指数は成績上位者と成績下位者から識別能力を評価しているためと考えられる。つまり、正答率と識別指数を併用した問題難易度の評価は、主観的評価と客観的評価の両方向から問題難易度を分析できる。先行研究においても、識別指数は絶対的な評価値ではなく、従来の正答率のような主観的評価と組み合わせた評価について述べられている [7]。われわれも、この正答率と識別指数が、問題に対する評価視点が異なる点を理解して、問題難易度の評価は、正答率、識別指数を併用して検討していく。

われわれが本研究で提案した正答率と識別指数の閾値による4つの区分について、第72回国家試験の問題例を提示して検討する。

区分1の問題は、正答率が高く、識別指数が0未満の問題である。このような問題は、成績上位者と成績下位者の正答数・誤答数がほぼ同じ場合、成績下位者の正答数のほうが多くなる。問題例1は、第72回国家試験の診療画像機器学 PM6（正答率93.4%、識別指数 -0.11）の問題である。区分1の問題は、問題例1に示したように、基礎事項を覚えるだけでなく、基礎事項の応用や更に深い内容を問う問題である。区分1の問題は、基礎事項を十分に学習した学生に対して応用力の強化や更に深い勉強を促すための課題としての利用が有効である。

問題例1 診療画像機器学 PM 6

超音波検査について誤っているのはどれか

1. 生体内における音速は組織によって異なる。
2. 音響インピーダンスが異なる境界では反射を生ずる。
3. 超音波のパルス幅が短いほど距離分解能は低下する
4. 探触子（プローブ）の周波数が高いほど深部の観察が困難となる
5. 伝播速度が異なる 2 つの媒質の境界に音波が斜めに入射すると透過波は屈折する

区分2の問題は、正答率と識別指数が共に高い問題である。このような問題は、基礎事項を覚えていれば正答できる問題であるとともに、成績上位者と成績下位者を識別できる。問題例2は、第72回国家試験の放射化学 AM 1の問題（正答率91.8%、識別指数0.33）である。この問題の正答率は高いため、正答率のみでは問題難易度は易しいと判断されるが、識別指数も0.33と高い値を示している。基礎事項の単語や数値に関する問や、基準値などの正確な暗記が問われる問題である。区分2の問題は、国家試験対策や講義において、基礎事項を覚えているかを把握するために学習の初期段階の利用に適した問題である。また、これらの問題は、国家試験対策では、成績下位の学生や成績が伸び悩んでいる学生に基礎事項の再確認と暗記を促すための指導への利用が有効と考える。

問題例2 放射化学 AM 1

ペーパークロマトグラフィーに関係がないものはどれか

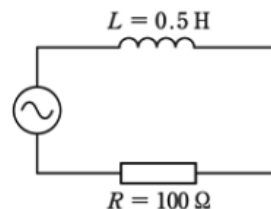
1. Rf 値
2. 原点
3. カラム
4. スポット
5. 展開溶媒

区分3の問題は、正答率が極めて低い難問・奇問であり、これらの問題は、成績上位者の誤答、成績下位者が適当に正答する問題である。問題例3は、第72回国家試験の医用工学 AM 76の問題（正答率21.3%、識別指数0.07）である。問題例3に示した問題は、回路図を正しく理解するとともに、正確な計算力が必要な問題である。このような問題は、国家試験対策ではある程度基礎事項を覚えて応用力を身につけた学生の指導に適した問題である。また、基礎事項を押さえるとともに計算力の強化が必要であり、時間をかけた指導が必要である。

問題例3 医用工学 AM 76

図の回路に $L=0.5\text{H}$ のコイルと $R=100\Omega$ の抵抗が直列につながれ、電圧の実効値 $V_e=100\text{V}$ 、周波数 $f=50\text{Hz}$ の正弦波交流電源が繋がれているとき、抵抗の両端の電圧[V]に最も近いものはどれか。

1. 35
2. 45
3. 55
4. 65
5. 75



区分4の問題は、本研究で問題難易度が適切していると評価した問題である。問題例4は、診療画像検査学 PM24の問題（正答率0.27%、識別指数73.8）である。区分4の問題は、基礎事項を押さえて、文章中の誤りの訂正や、暗記した内容を利用した問題であり基本的な問題であるとともに、応用力も試す問題である。これらの問題は、国家試験対策では、区分2と同様に、国家試験対策の初期段階で利用し、学習の進捗を確認するための問題に適している。成績下位者の学生は、成績下位の学生や成績が伸び悩んでいる学生に基礎事項の再確認と暗記を促すための指導への利用が有効である。

問題例4 診療画像検査学 PM24

脳のファンクショナル MRI で正しいのはどれか。

1. 造影剤を使用する。
2. データ取得に FSE 法を用いる。
3. データ処理に最大値投影法を用いる。
4. 運動野を描出するために光刺激を行う。
5. 神経の活動に伴う血流変化を画像化している。

われわれの提案手法は、今後、国家試験対策だけではなく、講義・実験・実習の確認試験や模擬試験、CBT (Computer Based Testing) 等、様々な試験に利用できる可能性がある。教員は、国家試験に限らず試験問題の問題難易度を評価ができる。そして、図1に提示した閾値で区切った4区分の問題を蓄積した問題データベースが構築できれば、学生が解答する時期や目的に応じた問題選択が容易になる。この問題データベースの利用例として、国家試験対策で成績下位の学生に対して要点を押さえた指導、臨床実習前後の学生の学習到達度の評価、教育経験が豊富な教員から教育経験が浅い教員へ押さえるべき要点の指導等が考えられる。国家試験対策は、先述のように、問題難易度の区分によって、押さえる重要点が異なるため、学生の学習の進捗状況や成績に応じた問題を選択した指導ができる。

国家試験対策では、問題データベースは科目または分野の補強点を意識した指導に利用できる。これは、補講・学生の自主学習の計画と実施、評価、学生指導・学習計画の見直しのPDCAサイクルを意識し、学生の個々の学習状況に合わせたきめ細やか国家試験対策の計画と実施ができる可能性がある。また、この問題データベースは、臨床実習に関連するX撮影技術学、診療画像検査学、医用画像情報学等の問題は、臨床実習前後の学習状況を把握するために利用できる。これらの科目の確認試験や課題の正答率と識別指数を記録しておけば、臨床実習の実習前後で、最低限押さえておくべき事項の理解を客観的に評価できる。一般に、臨床実習後は、臨床実習に関連する科目の理

解が深まり、国家試験の過去問や課題の正答率は全受験者が高くなり、識別指数は低い値を示すと予測される。もし、実習前後で正答率が変化していない学生、または正答率が下がった学生がいれば、問題データベースの区分2と区分4の基本的な問題を利用した追加課題が補講の実施が可能となる。実習後に学習の理解が深まっているか評価ができる。識別指数は学生が問題を解く時期で変化すると考えられる。

本学の学生のみでのデータでは、本学のカリキュラムや国家試験対策に依存した偏りや、本学の長所・短所があると考えられる。この偏りを分析する方法として、多施設間で正答率と識別指数の比較がある。この分析結果は、本学の国家試験対策における長所・短所を客観的に評価できるとともに、本学の長所をより伸ばし、短所を改善するために有用である。

問題難易度の評価法として代表的な方法として問題と受験者の能力を評価できる項目反応理論がある[8-10]。項目反応理論の利用は、受験者と問題の変数決定等が必要であり、本論文では、問題難易度に限定するために、識別指数を用いた。今後、正答率、識別指数、項目反応理論を用いた、多角的な国家試験対策のための問題分析と問題データベース構築について進めていきたい。

今回は、本学のみでのデータであったため、Excelを用いた手動処理であった。今後、データ数の増加、多施設との比較等の大規模なデータを扱う場合を想定し、RやPython等のプログラミング言語を用いた自動処理または半自動処理による、簡便かつ高速に計算結果を出力できるシステム開発が必要である。また、システムで出力された計算結果は、問題データベースと連携させる。この連携が実現できれば、問題データベースで問題を検索したときに、問題内容、正答率、識別指数が確認でき教員はこれらの情報に基づいて、評価対象の学生に適切な問題難易度の問題を簡便に利用できる。

5. まとめ

本研究は、診療放射線技師国家試験における問題難易度の識別指数に基づいた評価を試みた。国家試験対策や模擬試験作成において正答率と識別

指数が難易度評価の指標として有用であると考え
る。

6. 謝辞

本研究は、平成31年度 純真学園大学個人研究
助成金で行った。本研究の一部は、第46回全国私
立診療放射線技師養成施設長会議で報告した。

本研究を進めるにあたり貴重なご意見ならびに
ご提案をいただきました本学の学部長 河村誠治
先生、放射線技術科学科の教員皆様に心より感謝
を申し上げます。

7. 参考文献

- [1] 厚生労働省 診療放射線技師国家試験の施行, https://www.mhlw.go.jp/kouseiroudoushou/shikaku_shiken/shinryouhoushasengishi
- [2] 厚生労働省 平成32年版診療放射線技師国家試験出題基準について, <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000088793.html>
- [3] 高垣東一郎, 医師国家試験の統計学的分析, 医学教育, 7 (1), 36-34, 1976
- [4] 吉岡昭正, 医師国家試験の統計学的分析, 医学教育, 8 (4), 247-262, 1977
- [5] 香川靖雄, 青野修, 客観試験問題の作り方－試験問題銀行と正答確率－, 医学教育, 13 (1), 247-262, 1982
- [6] 第72回診療放射線技師国家試験の合格発表について, <https://www.mhlw.go.jp/general/sikaku/successlist/2020/siken06/about.html>
- [7] 有田清三郎, 斎藤泰一, 那須郁夫, テスト問題の良否を識別係数で識別してよいか, 川崎医学会誌, 15 (1), 109-116, 1989
- [8] 高橋正視, 項目反応理論入門－新しい絶対評価, イデア出版局, 東京, 2002
- [9] 村木英治, 項目反応理論, 朝倉出版, 東京, 2011
- [10] 豊田秀樹, 項目反応理論 [入門編], 朝倉書店, 東京, 2012