

# シンガポールの大学入学試験における科学の内容構成の特質

## —科学3科目に着目して—

鈴木 宏昭<sup>1)</sup>

1) 山形大学地域教育文化学部

本研究は、シンガポールの大学入学試験における科学の高大接続に着目して、その特質を解明することを目的とした。そのため、シンガポールの GCE-A レベル科学3科目の H2 のシラバスや過去問等に着目し、数学 H2 のそれらとも比較した。その結果、以下の点を明らかにした。まず、科学3科目 H2 の共通した目的は、高等教育段階進学のための基礎的な資質・能力の習得、21世紀における科学的リテラシーの習得、科学の実践に関する資質・能力の習得の3点であった。その中でも、「科学の実践」に関する内容では、NOS の内容が導入されていた。次に、科学3科目 H2 の評価観点には、「理解を伴う知識」、「情報の取扱い、活用及び評価」そして、「実験スキルと探究」の3点であった。そして、大学入試科学の試験内容を比較したところ、シンガポールの科学3科目 H2 では、現代科学の内容領域に重点的に配点されていた。

キーワード：シンガポール、科学教育、高大接続、大学入学試験

### 1. はじめに（研究の背景）

近年、シンガポールは国際学力調査等で高い成績を示している。例えば、OECD 学習到達度調査（PISA2018）の科学的リテラシー分野において、中国の諸都市を除いた場合、第1位の成績であった（国立教育政策研究所，2019）。また、「国際数学・理科教育動向調査」（TIMSS2019）においても、小学4年生及び中学2年生でも第1位の成績であった。そのため、多くの科学教育関係者からシンガポールの学校教育制度や大学入学試験・評価制度に対して改めて注目が集まっている（国立教育政策研究所，2021）。こうした中、河野ら（2021）は、高大接続の形態が異なる4つの国を対象とし、中等・高等教育の接続のあり方を比較・検討してきた。その取り組みの中で、坂無ら（2021）は、4つの国の一つであるシンガポールにおける高大接続の現況を論説するとともに、シラバスや試験内容を分析することを通じて、数学 H2 の接続の構造を解明した。一方、海外の STEM・STEAM 教育や科学における科学的探究を調査する取り組みの中で、大島（2022）は、国際的に先進的な科学カリキュラムの一つとしてシンガポールを取り上げ、その特徴を報告している。その報告では、科学的探究能力の評価の枠組みとして、シンガポール試験評価局（Singapore Examinations and Assessment Board）から、科目ごとの試験内容の範囲や規定が記述されたシラバスが示されていることを、ハイスクール段階の物理を中心に論証している。

そこで、これまでの研究や調査を踏まえて、本研究では、シンガポールの大学入試制度の枠組みを調査・分析した坂無ら（2021）の研究や、シンガポールの科学教育を対象とした大島（2022）の研究・報告を基に、シンガポールの高大接続の特質を、大学入試試験科学3科目、物理、化学、生物の内容構成に着目してその特質を明らかにすることとする。その際、これまでの研究・報告にて明らかにされてきたシンガポールの科学3科目のシラバスの内容構成の観点だけでなく、科学3科目である物理、化学、生物の評価の観点を詳述するとともに、日本の高等教育段階の理科カリキュラムやシンガポールの科学3科目の試験問題と大学入学共通テスト等の比較を通じて、日本の理科カリキュラムにおける高大接続への示唆を得ることを試みたい。

## 2. シンガポールの大学入試制度

シンガポールには日本のような大学入学の可否を決するための日本のような入学試験制度は存在しない。その一方で、中等後期教育段階であるジュニアカレッジ 1 年生の頃から GCE-A レベルや国際バカロレアなどの修了試験を何度も受験し、その成績（到達度）によって進学を希望する大学や学部を決定することとなるという。それらの修了試験の科学に関しては、物理、化学、生物の内容領域があり、それらはさらに、レベルの低い方から H1, H2, H3 の三つのレベルに分けられる。池田（2021）によれば、こうした大学進学のための制度を受けて、ジュニアカレッジの科学教育カリキュラムは、大学準備教育として、各コースのカリキュラムは大学進学に必要な GCE 上級（Advanced :A）レベル試験の内容に準じて構成されており、各科目は H1（GCE-A レベル相当で 1 単位 135 時間）、H2（GCE-A レベル相当で 1 単位 270 時間）、科学 3 科目の H3（発展的な内容で 1 単位 270 時間）の 3 つのレベルで区分されて提供されているという。坂無ら（2021）によると、H1 は H2 と難易度は同程度で範囲が半分、H3 は大学入学後に単位認定されるような高度な科目であり、大学や研究機関と連携した探究型のプログラムも用意されているという。そのような状況の中、シンガポールにて A レベルで 3 つの H2 科目と 1 つの H1 科目が課せられていることは、日本の国立大学（大学入学共通テストと各大学の二次試験）と比べれば、同程度かやや少ない科目数である。ただし、同じ科目といっても、その内容や難易度は両国で異なることを指摘している。なお、それらの合格率は極めて高く、2018 年度の 3H2 の合格率は 93.3%であったという。そのほか、池田（2021）によれば、試験の流れについて以下のとおりである。GCE-A レベル試験の登録は当該年度の 3～4 月に行われ、ジュニアカレッジ 2 年生は主に 3 つの H2 科目と総合論文（General Paper :GP）、ジュニアカレッジ 1 年生は 1 つの H1 科目とプロジェクト・ワークを登録し受験する。試験は、例年、6～10 月に物理や化学の実験・実技試験、11～12 月に GP や各科目の筆記試験が行われる。筆記試験では指定された電卓や辞典の持ち込みも認められる。なお、GCE-A レベル試験の H2 と H1 の評価基準は、A・B・C・D・E・S（sub-pass）・Ungraded の等級に分けられ、A～E が合格となるようである。

一方で、現行の日本の高等段階理科教育としては、文部科学省（2019）によれば、理科の目標を、理科で育成を目指す資質・能力の観点から整理することにより、理科の学習内容を「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」の概念で系統化させ、理科授業における「探究の過程」を重視することとなったという。具体的な理科の科目構成は、1 単位 35 時間であり、「科学と人間生活」が 2 単位、「物理基礎」が 2 単位、「物理」が 4 単位、「化学基礎」が 2 単位、「化学」が 4 単位、「生物基礎」が 2 単位、「生物」が 4 単位、「地学基礎」が 2 単位、「地学」が 4 単位となっている。また履修方法は、全ての生徒が履修すべき科目数については、「科学と人間生活」、「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」、「地学基礎」のうち「科学と人間生活」を含む 2 科目、又は、「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」、「地学基礎」のうちから 3 科目となっている。さらに、「物理」、「化学」、「生物」、「地学」については、原則として、それぞれに対応する基礎を付した科目を履修した後に履修させるものとするとしている。理科の科目構成を比較すると、シンガポールの科学 3 科目は、日本の基礎レベルというよりも「物理」、「化学」、「生物」といえるのではないかと考えた。

## 3. 研究の目的と方法

本研究の目的は、シンガポールの科学カリキュラムにおける高大接続に着目して、その特質を探ることである。本研究の目的を達成するため、本研究では、シンガポールの GCE-A レベル物理、化学、生物の H2 のシラバスや試験問題の過去問等に注目することとした。坂無ら（2021）によると、シンガポールの大学受験生は、大学入試段階にて各科目の H1 か H2 を選ぶ必要があるという。具体的には、受験生の多くが A レベル試験で受ける 3 つの H2 科目と 1 つの H1 科目（3H2+1H1）を選択することとなるほか、少なくとも 1 つの科目は異なるコース系科目の履修が課せられることとなる。よって、本研究では、多くの受験生が選択することとなる H2 レベルを研究対象とすることとした。

#### 4. シンガポールにおける科学3科目シラバスの特徴

##### (1) 科学3科目H2シラバスにおける目的・目標

科学3科目H2のシラバス(2021)によれば、科学3科目H2の目的は、科学3科目それぞれのシラバスが作成され、次の4点である。まず、「科学(物理・化学・生物学)への関心を高め、関連する分野でさらに研究を進めるために必要な知識、技能、態度を養うことができるような経験を生徒に提供する」とある。この目標の設定には、坂無ら(2021)の研究での数学H2の分析で指摘された「数学や科学、工学を含んだ大学での課程の準備をするために設定されたもの」と同様に、高等教育段階に必要な資質・能力を習得しているかどうかを確認するという意図が感じられる。次に2点目として「生徒を21世紀の課題に対応できる科学的リテラシーのある市民となれるようにするである」とされている。この目標設定には、科学カリキュラムの世界的潮流である科学的リテラシーの獲得について関連することであることがうかがえる。科学的リテラシーの獲得は、科学を専門としない職業に就職する市民にとって必要な資質・能力となるものである。そして3点目として、「生徒の科学の実践(Practice of Science)に関連する理解、技能、倫理、態度を発展させる」が設定されていた。この3点目の目標は、次の3つの具体的な目標を挙げている。それらは、「①科学的知識の性質を理解すること」、「②科学的探究スキルを実演すること」、そして「③科学と社会を関連付けること」の3点である。最後に4点目として、物理H2や化学H2にはなく生物H2のみ、「生命とは何か、生命はどのように維持されているかという、より広範な問題に取り組む」として設定されていた。そして、4点目の目標は次の3つの具体的な目標を挙げている。「①細胞や分子のレベルで生命というものを理解し、これらのマイクロシステムが生理的・生物学的レベルでどのように相互作用するかを理解すること」、「②生物学的知識の発展的な性質を認識すること」そして「③地域および地球環境への関心を高め、配慮を示すこと」となっていた。これまでに述べてきた科学3科目H2の3つないし4つの目的のうち、1点目の目的では、大学進学のための基礎的な資質・能力、2点目の目的では、21世紀における科学的リテラシーの習得、3点目の目的では、科学の実践に関する資質・能力の習得が設定されていた。この3つの目的は、科学3科目においていずれも同様に設定されていた。ただし4点目の生物学に関連した目標は内容領域固有なものであった。つまり、シンガポールの科学カリキュラムの1点目から3点目までの目的が、科学に関する基礎的で核心的な目的として位置付けられていると思われる。

ところで、日本の理科カリキュラムで高等学校学習指導要領理科と比較すると、科学3科目H2のシラバスで設定された目的の1つである「科学の実践」(Practice of Science)という内容は、日本の理科カリキュラムには教育内容として規定されているものではなく特徴的である。この内容は、シラバスにて次のように詳説されている。それは、「学問としての科学というものは、単に知識体系を習得することではなく(例:科学的事実、概念、法則及び理論)、知ることや行うことの方法を含む。それらは、科学的知識の性質というものであり、それらは知識がどのように生成、確立、伝達されるかに関する特徴である」というものである。この内容の中でも、「①科学的知識の性質を理解すること」とはまさに科学の性質(NOS: Nature of Science, 以後NOSと略記)の内容の一部であることを指摘できる。NOSの具体的な意味内容とは、鈴木(2022b)によれば、論者の科学そのものに対する考え方やその考え方にに基づき導かれる科学の特徴や性質であるという。NOSは欧米を中心に数多くの国の科学カリキュラムに導入されている。例えば、2013年に発表された米国の科学カリキュラムである『次世代科学スタンダード』(Next Generation Science Standard)によると、8つの内容、「①科学的な探究活動は多様な方法を用いる(科学的探究活動の多様性)」、「②科学的知識は実証的な証拠に基づいている(科学的知識の実証性)」、「③科学的知識は新しい証拠の発見によって修正させる(科学的知識の可変性)」、「④科学のモデル、法則、仕組み、理論は、自然現象を説明する(科学的知識の機能)」、「⑤科学は知るための方法である(方法としての科学)」、「⑥科学的知識は自然システムの秩序や調和を前提としている(自然の秩序と調和の存在)」、「⑦科学は人間の営為である(科学の人間の側面)」、「⑧科学は自然界や物質界についての問いを取り扱う(科学の適用範囲)」を初等教育段階から導入することを規定している。

シンガポールの科学カリキュラムでは、科学3科目H2シラバスにて規定されているNOSの内容を科

学者の具体的な活動や科学的知識に着目しながら説明されていた。例えば、科学者に関する説明としては、「科学者は、科学的探究に関連する一連の確立された手順と実践に依拠して、証拠を集め、どのような自然界の仕組みなのかに関する自分たちの考えを検証する。しかし、唯一の方法というものはなく、科学の実際の過程はしばしば複雑で反復的なものであり、多くの異なる道筋をたどるものである。科学はとても強力で、多くの技術的偉業や革新の基礎となる知識を生み出す一方で、限界もある。」というものである。そのような科学者や科学の説明の上で、NOS の中でも科学的知識の性質に関する具体的な内容を取り扱っている。具体的な内容は、以下の表 1 のとおりである。

表 1 シンガポールの科学 3 科目の「科学の実践」における科学的知識の性質の内容

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・科学は証拠に基づき、自然界に関わるモデルを構成する営為であることを理解する</li> <li>・科学的知識の創造には、論理性と創造性の両方を働かせることが必要であることを理解する</li> <li>・科学的知識は、科学者の集団内で批判的な議論と評価の過程を通して一致した意見から生み出されることを認識する</li> <li>・科学的知識は信頼性が高く永続的であるが、新しい証拠に照らして修正される可能性があることを理解する</li> </ul> |
|--|

表 1 のとおり、科学的知識の性質のうち、科学的知識の実証性や科学的知識の創造性・想像性、さらには、科学的知識の可変性に関する内容が含まれていた。こうした NOS の内容を科学カリキュラムや科学に関する大学入試問題に導入する試みは、国際的な大学入学試験の一つである国際バカロレアでも実施されている。山本 (2017) によると、国際バカロレアのディプロマプログラム生物・物理・化学では、生徒に「学習を通じて、科学者がどのような方法で研究し、そのような方法で互いにコミュニケーションをとるのかについて意識」させ、理解させ、そのスキルを身につけることを目標としていることを指摘している。具体的な NOS の内容までは不明であるがシンガポールの科学 3 科目だけでなく、国際的な動向として NOS の内容が導入されていることを示す証左である。

「科学の実践」の教授・学習の方法として、NOS のテーマを中心とし、「①実験を通じた実践的なアプローチ」を行うことに重点を置いているという。「②科学的探究スキルを実演すること」については、一般的な探究の流れに基づき 8 つの局面に分かれて導入されており、それぞれ局面の活動を実演することとしている。そして、「③科学と社会を関連付けること」については、科学と社会の関係性を経済的、社会的、環境的、倫理的な要因から理解することを基本として 3 つの内容で説明されていた。

## (2) 科学 3 科目 H2 シラバスにおける評価

科学 3 科目 H2 を履修した生徒たちの能力は、次の 3 つの観点から評価されることが示されている。1 点目は、「A 理解を伴う知識」、 「B 情報の取扱い、活用及び評価」そして、「C 実験スキルと探究 (Investigation)」である。これらの評価の 3 観点は、科学 3 科目 H2 の目的と対応する形として設定されているものである。なお、こうした対応関係は数学とも同じ構造である。科学 3 科目 H2 の「A 理解を伴う知識」の内容は、以下の表 2 のとおりである。

表2 科学3科目 H2 の評価観点「A 理解を伴う知識」の内容

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 科学現象, 事実, 法則, 定義, 概念, 理論</li><li>2. 科学的な語彙, 専門用語, 規則(記号, 量, 単位を含む)</li><li>3. 操作技術および安全の側面を含む科学機器および装置</li><li>4. 科学的定量性とその確定</li><li>5. 社会的, 経済的, 環境的影響を伴う科学的, 技術的な応用</li></ol> |
|---|

表2のとおり, 科学3科目 H2 にて理解すべき科学的知識は, 一般的な定義や概念だけにとどまらず, 科学の授業の観察や実験で用いる機器や装置の安全な操作方法や, 科学的知識の社会的, 経済的, 環境的影響に関する事項も含まれている。こうした観点は, 近年の ESD や SDGs のための教育に関わる教育動向を反映したものであろう。

科学3科目 H2 の「B 情報の取扱い, 活用及び評価」の内容は, 以下の表3のとおりである。

表3 科学3科目 H2 の評価観点「B 情報の取扱い, 活用及び評価」の内容

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 様々な情報源からの情報を見つけ, 選択し, 整理し, 解釈し, 提示する</li><li>2. 外部から関連性のある特徴的な情報を把握する</li><li>3. 数値や他のデータを操作し, 情報がある形から別の形に解釈する</li><li>4. 現象, パターン, 傾向および関係について合理的な説明を提示する</li><li>5. 類似点と相違点の特定を含む比較を行う</li><li>6. パターンを特定し, 傾向を報告し, 推論を導き, 結論を報告し, 議論を構築するために情報を分析し評価する</li><li>7. 決定を正当化し, 予測し, 仮説を提案する</li><li>8. 原則を含む知識を新しい状況に適用する</li><li>9. 問題を解決するために技能や知識, 生物学における様々な分野の理解を取り扱う</li><li>10. 適切な言語を用いて, 情報, 考えおよび議論を明確かつ首尾一貫して構成し, 提示する</li></ol> |
|--|

この観点では, 評価の留意点として, 「技能を問うような問題は, しばしば評価対象者にとって馴染みのない情報に基づいているため, これらの評価目標はシラバスの内容で正確に特定することはできない」と示されている。このことは, 対象者の思いもよらないような評価関連情報に基づく評価となることを意味している。そのため, 評価対象者は, シラバス内にある原則や概念を使用し, それらを論理的, 論理的, あるいは演繹的な方法で新しい状況に適用することを要求されることとなる。具体的には, これまで大畠(2022)が H2 物理の分析でも指摘しているように, 科学3科目 H2 すべてにおいて「予想しなさい」, 「提案しなさい」, 「推論しなさい」, 「計算しなさい」, 「決定しなさい」という用語を用いて質問することを通じて生徒の実態を把握して対応することとなる。

科学3科目 H2 の「C 実験スキルと探究」の内容は, 以下の表4のとおりである。

表4 科学3科目 H2 の評価観点「C 実験スキルと探究」の内容

- |    |  |
|----|--|
| 1. | 実験のフローの順序に従うか、あるいは標準の技能を応用する                 |
| 2. | 仮説の構築および/または試験を含む調査を考案および計画し、技術、装置および材料を選択する |
| 3. | 技術、器具及び材料を安全かつ効果的に使用する                       |
| 4. | 観察、測定及び推定を行い記録する                             |
| 5. | 観察と実験データを解釈し評価する                             |
| 6. | 方法及び技能を評価し、可能な改善を提案する                        |

この評価観点では、科学の授業における実験や探究の進め方についても言及している。実際に実験をどのように行うのか、どのような点に注意すべきなのか、説明していた。

このように、シンガポールの科学3科目 H2 では、生徒の資質・能力を「A 理解を伴った知識」、「B 情報の取扱い、活用及び評価」、「C 実験スキルと探究」というような3つの観点で評価されていた。現在、日本でも生徒の資質・能力を「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」といった3つの次元で評価している。評価の観点は異なるものではあるが、科学3科目において生徒の科学に関する様々な資質・能力を複数の観点で評価しようとする意図は同様であった。一方で、日本の理科教育で評価対象となっている「態度」の評価観点は、シンガポールには見られなかった。

## 5. シンガポールにおける科学3科目 H2 の試験内容

シンガポールの3科学3科目の試験では試験1～3が実施される。例えば、2020年度の生物 H2 の得点は試験1が30点、試験2が100点、試験3が100点であった。試験の回答形式は、試験1が多肢選択形式であり、試験2及び3が短文・長文の記述形式問題であった。

### (1) 物理

物理 H2 の試験1～3の内容と問題数及び配点は以下の表5のとおりである。

表5 物理 H2 (2020) の試験1～3の内容と問題数

| 番号 | 内容           | 試験1<br>問題数 | 試験2<br>問題数 | 試験3<br>問題数 |
|----|--------------|------------|------------|------------|
| 1  | 測定           | 2問         | 4問         | —          |
| 2  | 運動学          | 2問         | —          | —          |
| 3  | 力学           | 1問         | 2問         | 20問        |
| 4  | 力            | 3問         | —          | 13問        |
| 5  | 仕事、エネルギーと仕事率 | 1問         | 3問         | —          |
| 6  | 円運動          | 2問         | —          | —          |
| 7  | 重力場          | 2問         | 8問         | —          |
| 8  | 温度と理想気体      | 1問         | —          | 8問         |
| 9  | 熱力学第一法則      | 1問         | —          | —          |
| 10 | 振動           | 2問         | —          | 9問         |
| 11 | 波動           | 1問         | —          | —          |
| 12 | 重ね合わせ        | 1問         | 8問         | 8問         |
| 13 | 電界           | 3問         | 5問         | 7問         |
| 14 | 電流           | 1問         | 5問         | 2問         |
| 15 | 直流回路         | 2問         | —          | 4問         |
| 16 | 電磁気          | 1問         | 5問         | 9問         |

|    |       |    |     |     |
|----|-------|----|-----|-----|
| 17 | 電磁誘導  | —  | —   | 9問  |
| 18 | 交流    | 1問 | 7問  | —   |
| 19 | 量子物理学 | 1問 | 11問 | —   |
| 20 | 原子物理学 | 2問 | —   | 11問 |
| 21 | 数学的条件 |    | —   |     |
| 22 | データ分析 |    | 22問 |     |

上記の表5のとおり、シンガポールの物理H2の試験内容は、問題内容の配列および試験の配点から、主に「力学・エネルギー」、「波動」、「電磁気学」といった3つの分野から重点的に出題されていた。試験2では、「データ分析」に27.5%もの配点がなされており特徴的である。シンガポールの物理H2のAレベルの内容と高等学校理科物理の学習内容を比較した。日本の大学入学共通テストの2020年度試験の出題内容（文部科学省，2019及び教学社，2022）は以下の表6のとおりである。

表6 日本の大学入学共通テスト物理（2020）の内容と問題数

| 番号      | 内容                                    | 問題数 |
|---------|---------------------------------------|-----|
| 1       | 総合題                                   | 5問  |
| 2       | 電気と磁気<br>(コンデンサーの接続, 電場・地場内での荷電粒子の運動) | 4問  |
| 3       | 波動<br>(水面上のドップラー効果, 光の干渉)             | 4問  |
| 4       | 力と運動<br>(二物体の衝突, 円運動)                 | 4問  |
| 5<br>選択 | 熱と気体<br>(浮力, 気体の圧力)                   | 3問  |
| 6<br>選択 | 原子と分子<br>(原子核崩壊, 結合エネルギー)             | 3問  |

### (1) 化学

化学H2の試験1～3の内容と問題数及び配点は以下の表7のとおりである。

表7 シンガポールの化学H2（2022）の試験1～3の内容と問題数

| 番号 | 番号<br>(副) | 内容                                   | 試験1<br>問題数 | 試験2<br>問題数 | 試験3<br>問題数 |
|----|-----------|--------------------------------------|------------|------------|------------|
| 1  | 1         | 原子構造                                 | 3問         | 4問         | —          |
| 2  | 2         | 化学結合                                 | 2問         | 2問         | 4問         |
| 3  | 3         | 気体状態                                 | 1問         | —          | —          |
| 4  | 4         | 酸と塩基の理論                              | —          | —          | —          |
| 5  | 5         | 周期表                                  | 1問         | 10問        | 6問         |
| 6  | 6         | モル概念と化学量論                            | 1問         | 5問         | 5問         |
| 7  | 7         | 化学エネルギー論：熱化学と熱力学（ギブズの自由エネルギーとエントロピー） | 1問         | 7問         | 12問        |
| 8  | 8         | 反応速度論                                | 4問         | 6問         | 3問         |
| 9  | 9         | 化学平衡                                 | 2問         | —          | 3問         |
| 10 | 10.1      | 酸塩基の平衡                               | 1問         | 6問         | 8問         |
|    | 10.2      | 溶解平衡                                 | —          | —          | 6問         |
| 11 | 11.1      | 有機化学概論                               | —          | —          | 1問         |

|    |      |          |    |     |     |
|----|------|----------|----|-----|-----|
|    | 11.2 | 異性体      | 1問 | —   | 2問  |
|    | 11.3 | 炭化水素     | 2問 | —   | 3問  |
|    | 11.4 | ハロゲン化誘導体 | 2問 | —   | 11問 |
|    | 11.5 | ヒドロキシ化合物 | —  | 3問  | 5問  |
|    | 11.6 | カルボニル化合物 | 2問 | 8問  | 3問  |
|    | 11.7 | カルボン酸誘導体 | —  | —   | 2問  |
|    | 11.8 | 窒素化合物    | 3問 | 13問 | 10問 |
| 12 | 12   | 電気化学     | 2問 | 8問  | 7問  |
| 13 | 13   | 遷移元素概論   | 2問 | 3問  | 9問  |

表7のとおり、シンガポールの化学H2の試験内容は、問題内容の配列および試験の配点から、主に「化学理論（原子構造）」、「無機化学」、「有機化学」、「電気化学」といった4つの分野から重点的に出題されていた。化学エネルギー論をはじめ、日本の高等学校段階以上の学習内容が設定されていた。シンガポール化学H2のAレベルの内容と高等学校理科生物の学習内容を比較する。日本の大学入学共通テストの2020年度試験の出題内容（文部科学省，2019及び教学社，2022）は以下の表8のとおりである。

表8 日本の大学入学共通テスト化学（2020）の内容と問題数

| 番号      | 設問 | 内容               | 問題数 |
|---------|----|------------------|-----|
| 1       | 1  | ハロゲン             | 1問  |
|         | 2  | 状態図              | 1問  |
|         | 3  | 混合気体の密度          | 1問  |
|         | 4  | 水銀柱と蒸気圧          | 1問  |
|         | 5  | 浸透圧と分子量          | 1問  |
|         | 6  | コロイドの性質          | 1問  |
| 2       | 1  | 燃焼反応の量的関係と反応熱    | 2問  |
|         | 2  | テルミット反応と反応熱      | 1問  |
|         | 3  | 反応速度の次数          | 1問  |
|         | 4  | 反応条件と反応速度・平衡状態   | 2問  |
|         | 5  | 中和滴定の指示薬         | 1問  |
| 3       | 1  | 無機物質の性質          | 1問  |
|         | 2  | 酸化物              | 1問  |
|         | 3  | 陽イオンの分離          | 4問  |
|         | 4  | カルシウムの化合物        | 1問  |
|         | 5  | ニッケル水素電池         | 1問  |
| 4       | 1  | 脂肪族炭化水素          | 1問  |
|         | 2  | 有機化合物の燃焼と分子式     | 1問  |
|         | 3  | 芳香族化合物の酸性の強さ     | 1問  |
|         | 4  | 鏡像異性体と分子式        | 1問  |
|         | 5  | 酢酸エチルの合成実験       | 2問  |
| 5       | 1  | 合成分子化合物の単量体      | 2問  |
|         | 2  | アミノ酸の等電位とイオン     | 1問  |
| 6<br>選択 | 1  | 合成高分子化合物の性質と構造   | 1問  |
|         | 2  | 共重合化合物の構造        | 1問  |
| 7<br>選択 | 1  | 天然高分子化合物の構造      | 1問  |
|         | 2  | デキストリンの加水分解と還元反応 | 1問  |

### (3) 生物

生物 H2 の試験 1～3 の内容と問題数及び配点は以下の表 9 のとおりである。

表 9 シンガポールの生物 H2 (2020) の試験 1～3 の内容と問題数

| 番号 | 内容               | 試験 1<br>問題数 | 試験 2<br>問題数 | 試験 3<br>問題数 |
|----|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1  | 生物の細胞と生体分子       | 8 問         | 4 問         | 1 問         |
| 2  | 遺伝学と遺伝的形質        | 12 問        | 5 問         | 5 問         |
| 3  | エネルギーと平衡         | 4 問         | 3 問         | 3 問         |
| 4  | 生物学における進化        | 3 問         | 1 問         | 3 問         |
| 5  | 感染症              | 2 問         | 3 問         | 2 問         |
| 6  | 気候変動による動物と植物への影響 | 1 問         | 1 問         | 1 問         |

表 9 のとおり、シンガポールの生物 H2 の試験内容は、問題内容の配列および試験の配点から、主に「生物の細胞と生体分子」、「遺伝学と遺伝」、「エネルギーと平衡」といった 3 つの分野から重点的に出題されていた。このことは、生物 H2 のシラバスにて生命科学や分子生物学に関する内容が強調されていたことが考えられる。シンガポール生物 H2 の A レベルの内容と高等学校理科生物の学習内容を比較してみた。日本の大学入学共通テストの 2020 年度試験の出題内容（文部科学省，2019 及び教学社，2022）は以下の表 10 のとおりである。

表 10 大学入学共通テスト生物 (2020) の内容と問題数

| 番号      | 内容                            | 問題数 |
|---------|-------------------------------|-----|
| 1       | 生命現象と物質<br>(遺伝情報の発現, 細胞周期)    | 5 問 |
| 2       | 生殖と発生<br>(発生のしくみ, 被子植物の生殖と発生) | 6 問 |
| 3       | 生物の環境応答<br>(動物の環境応答, 植物の環境応答) | 6 問 |
| 4       | 生体と環境<br>(生態系, 生体ピラミッド)       | 6 問 |
| 5       | 生物の進化と系統<br>(進化, 生物の系統)       | 6 問 |
| 6<br>選択 | 生命現象と物質, 生物の環境応答              | 3 問 |
| 7<br>選択 | 生物の進化と系統                      | 4 問 |

表 10 のとおり、日本では、生命科学や分子生物学だけでなく、生物の教育内容に関して幅広く平均的に配点されていることが分かる。一方で、シンガポールの生物 H2 では、教育内容が現代化されているとも考えられ、現代生物学研究のトレンドに対応するような出題傾向であるといえよう。

## 6. おわりに

本研究は、シンガポールの大学入学試験における科学の高大接続に着目して、その特質を解明することを目的とした。そのため、シンガポールの GCE-A レベル科学 3 科目の H2 のシラバスや過去問等に着眼し、数学 H2 のそれらとも比較した。その結果、以下の点を明らかにした。まず、科学 3 科目 H2 の共通した目的は、高等教育段階進学のための基礎的な資質・能力の習得、21 世紀における科学的リテラシーの習得、科学の実践に関する資質・能力の習得の 3 点であった。そのほか、生物についてのみ、生物学に関連した資質・能力の習得が追記されていた。その中でも、「科学の実践」に関する内容では、NOS の内容が導入されていた。これらの内容は日本の理科カリキュラムには教育内容として規定されているものではなく特徴的であった。次に、科学 3 科目 H2 の評価観点は、「A 理解を伴う知識」、「B 情報の取

扱い、活用及び評価」そして、「C 実験スキルと探究」の3点であった。そして、日本とシンガポールの大学入試科学の試験内容を比較したところ、シンガポールの科学3科目 H2 では、日本と比べて、生物学に関する現代科学の内容領域に重点的に配点されていた。

今後、本研究で得られた知見に加えて、日本の高等学校段階の教育制度及び理科教育事情に鑑みながら、日本の大学入学における効果的な高大接続を具体的に検討する必要がある。それらについては今後の課題としたい。

#### 付記・謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H01730 及び JP21H00916 の助成を受けたものである。本稿は、拙稿(2022a)「シンガポールの科学教育における高大接続の特質—GCE-A レベルの生物の分析に着目して—」をもとに、生物だけでなく科学3科目の視点から再構成し、大幅な加筆・修正を加えたものである。

本研究において分析対象としたシンガポールのシラバスの情報及び試験問題の資料については、福岡県立大学の坂無淳先生よりご提供いただいた。この場を借りて感謝申し上げます。

#### 文献

- 池田充裕 (2021) : 4 シンガポール, アジア教育情報シリーズ 2 卷東南アジア編, 61-76, 一藝社。
- 河野銀子, 鈴木宏昭, 平林真伊, ミラージェリー (2021) : 米国における STEM 分野の高大接続の現状分析 : カリフォルニア大学を事例として, 山形大学紀要. 教育科学, 17 (4), 1-24。
- 国立教育政策研究所 (2019) : 生きるための知識と技能 7 OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)——2018 年調査国際結果報告書, 明石書店。
- 国立教育政策研究所 (2021) : TIMSS2019 算数・数学教育/理科教育の国際比較 ——国際数学・理科教育動向調査の 2019 年調査報告書, 明石書店。
- 教学社編集部 (2022) : 共通テスト過去問研究 共通テスト過去問研究 物理/物理基礎, 共通テスト過去問研究 化学/化学基礎, 共通テスト過去問研究 生物/生物基礎, 共通テスト過去問研究 地学基礎, 教学社。
- 文部科学省 (2019) : 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 理科編 理数編, 東京書籍。
- 大寫竜午 (2022) : シンガポール, 国立教育政策研究所プロジェクト研究調査報告書『諸外国の先進的な科学教育に関する基礎的研究～科学的探究と STEM/STEAM を中心に～』, 55-60。
- 大寫竜午 (2022) : シンガポールにおける STEM に関する学習評価と教員支援, 日本科学教育学会年会論文集 46, 181-182。
- 坂無淳, 平林真伊, 河野銀子 (2021) : シンガポールの高大接続と STEM 分野への女子の進学 —大学入学基準と GCE-A レベルの数学の分析を中心に—, 福岡県立大学人間社会学部紀要, 30, 1, 51-61。
- Singapore Examinations and Assessment Board (2021) : *Singapore-Cambridge General Certificate of Education Advanced Level Higher 2 Biology (Syllabus 9744)*, (<https://www.seab.gov.sg/home/examinations/gce-a-level>)
- SL Education (2021) : *A Level H2 Biology (Yearly) 2011-2020 Examination Questions*, Singapore: Shing Lee Publishers.
- 鈴木宏昭 (2022a) シンガポールの科学教育における高大接続の特質—GCE-A レベルの生物の分析に着目して—, 日本科学教育学会研究会研究報告 37 (2), 65-68。
- 鈴木宏昭 (2022b) : 第 7 節 科学の性質 (Nature of Science), 日本理科教育学会編著『理論と実践をつなぐ理科教育学研究の展開』, 130-133, 東洋館出版社。
- 山本容子 (2017) : 「4. 生物」, 岩崎久美子・大迫弘和編 : 国際バカロレアの現在, ジアース教育新社, 42-46。