

博士論文（要約）

中学・高校の理科教科書における知識の
計量情報学的分析

浅石 卓真

本研究では、中学・高校の理科教科書で表現されている知識の形式を、主としてテキストの計量的な分析を通じて記述的に明らかにすることを目的とする。ここで、知識とは基本的な構成要素である概念が体系化された（関係づけられた）もの、テキストとは複数の文から構成される自然言語の連続体とする。より具体的には、教科書上でどの程度の概念がどのように出現し、また概念同士がどのように体系化されているかを、テキスト上での専門用語の出現状況から明らかにすると共に、それらの分野・学年・時代別の特徴を分析する。

第1章では、上記の問題設定と研究の枠組みに加えて、図書館情報学と教育学における本研究の意義を述べた。図書館情報学、特に計量情報学と呼ばれる領域ではテキストの様々な特徴が分析されてきたが、本研究は特にテキストの時系列的な特徴を分析することで、文献上での知識の蓄積パターンに関する新たな実証的知見を加えるものである。また、教育学分野では多くの教科書研究が内容分析として行われてきたが、学習の場で学習者が第一に接するのは内容そのものではなく表現である。そのため、主たる表現であるテキストの特徴を明らかにすることは、教科書の読みやすさ・分かりやすさを改善するための基礎研究としても重要である。特に、教科書は順に読み進められるものであるから、テキストの時系列的な特徴は決定的に重要である。

第2章では、関連研究を概観した。2.1では分析対象である教科書について、章・単元構成、機能的な構成要素（「実験・観察」「問題」など）に関する先行研究を概観し、それらの多くが内容分析であること、またテキストについては文体分析やコーパス言語学的分析もなされていることを述べた。2.2ではテキスト一般を対象とした計量情報学研究を概観した。ここでは文字・単語・文・段落ごとにテキスト特徴量を整理した後、本研究と関わりの深い頻度分布の要約指標とネットワーク統計量を整理した。最後に2.3では、本研究は内容や文体ではなく知識の形式を明らかにすることが目的であること、対象は時系列的な特徴を分析するのに都合の良い本文に限定し、データの作成手順は先行研究を踏襲することを述べた。

第3章では、分析対象とする教科書とデータを提示した。教科書は分野・学年・時代の異なる中学・高校の理科教科書15冊を選択した。これらの選択理由は、内容の系統性が特に顕著であることに加え、科学技術者養成や科学コミュニケーションの基盤として重要であること、理数系学力の低下や理科離れ・科学技術離れが進んでおり教育学的にも重要な教科であることが挙げられる。出版者は市場シェアが高く、戦後の早い時期から発行されている東京書籍と大日本図書を主に選択した。3.1で書誌事項を提示した後、章・単元構成と主な機能的な構成要素を簡単に説明した。3.2ではテキストデータの作成手順を示し、その分量を提示した。

第4章では、知識を構成する概念の量と、個々の概念のテキスト上の出現状況を分析した。4.1では教科書全体で扱われている概念と、そのうち本文で出現する概念を確認した。その結果、教科書全体で扱われる概念の量は教科書ごとのばらつきが大きいですが、それらの85%以上は本文で出現していることを示した。また、分野別では生物分野が、学年別では概ね中学より高校（特に下級学年）が、時代別では近年より過去の教科書が、それぞれ教科書上で多くの概念が出現していることを示した。

4.2では教科書上で実際に出現する概念が、その科目に潜在的に存在する概念のうちどの程度をカバーしているかを分析した。その結果、実際に出現する概念は、潜在的に存在する概念のうち約

8割程度と推定された。また、分野別では地学分野、学年別では高校、時代別では近年の方が、それぞれ潜在的に存在する概念が出尽くしておらず、逆に物理分野、中学、過去の教科書では概念が出尽くしている傾向が強いことを示した。

4.3では、個々の概念の出現状況を、出現頻度に着目して分析した。その結果、多くの教科書では少数の概念が頻繁に繰り返される一方で、多くの概念は殆ど繰り返されない、すなわち知識全体が「少数の概念を中心に構成されている」と同時に多くの概念が「広く浅く言及されている」ことを示した。このような偏りは、分野別では生物分野、学年別では中学より高校（下級学年）、時代別では過去の教科書ほど顕著に見られた。また、多くの概念が「広く浅く言及される」傾向は、分野別では地学分野、学年別では中学よりも高校で顕著に見られた。

4.4では、テキスト上で概念が配置されたときの談話的まとまり（特徴的に出現する範囲）の長さを分析した。その結果、テキスト全体としての談話的まとまりは6～19段落であること、学年別では概ね中学より高校、時代別では「1998年改訂」の教科書が最も談話的まとまりが長いことを示した。さらに、個々の概念の談話的まとまりを計算したとき、半数以上の概念は内容上の構成単位である「項」以下であることを示した。

第5章では、概念の出現過程を分析した。5.1では初出の概念がどのようなペースで出現されていくかを分析した結果、多くの教科書では初出の概念がコンスタントに出現していくが、相対的に多く出現する部分も見られた。ただし、物理分野では章の後半ほど初出の概念が出現しなくなり、化学分野では教科書の冒頭で多く出現する。生物分野と地学分野では途中から初出の概念が多く出現するが、特に地学分野は最後の章で多く出現する。また、論述上の重要度の高い概念は教科書の前半で初出する。この傾向は、分野別では物理分野、化学分野、生物分野、学年別では中学より高校（特に下級学年）、時代別では近年より過去の教科書で顕著に見られた。

5.2では既出の概念がどのようなペースで繰り返されていくかを分析した。その結果、初出の概念が出現するより既出の概念が繰り返されるペースが早いこと、「少数の概念が頻繁に繰り返される一方、多くの概念は殆ど繰り返されない」傾向は強まっていくことを示した。ただし、分野別に見ると物理分野、生物分野、地学分野では特に少数の概念が突出して繰り返される章があるが、化学分野ではない。学年別に見ると高校では特定の章、中学では複数の単元で、また時代別では「力学」「化学変化」に関する単元で、それぞれ少数の概念が突出して繰り返される。また、多くの教科書では（単に概念が繰り返される以上に）「重要度の高い概念」が繰り返される箇所が見られた。5.3では大きく間隔を空けて繰り返される概念に着目した結果、それらは教科書全体を通じて出現するが、特に多く出現する章・単元も見られた。

第6章では、概念同士が関係づけられた概念体系としての知識の形式を分析した。ここでは一つの科目としてのまとまり（統一性）を、体系化の範囲、体系化の強さ、どの程度「一部の概念を中心に」体系化されているかという3つの観点から分析した。6.1では体系化の範囲に着目した結果、体系化されない概念は非常に少なく、殆どの概念が概念体系の中心部分に含まれること、この傾向は教科書の冒頭から一貫していることを示した。ただし、分野別では地学分野、学年別では中学、時代別では近年の教科書は体系化されない概念が相対的に多く、途中まで複数の部分に分かれて概念体系が成長する可能性が窺えた。

6.2 では体系化の強さに着目した結果、個々の概念は次第により多様な概念と関連づけられるようになるが、概念同士は一貫して2~3の少数の概念を介して間接的に関係付けられていること、「密接に関係付けられた概念集合」が概念体系の中に一貫して多く含まれることを示した。分野別では地学分野が最も体系化が弱く、学年別では高校の下級学年が、時代別では「1969年改訂」が、それぞれ強く体系化されている。また、地学分野では「密接に関係付けられた概念集合」が独立に成長し、次第にそれらが緩やかに結びついていく可能性が、「1958年改訂」では特定の概念を中心としたスター型の概念体系が形成されていく可能性が示唆された。

6.3 では、概念体系がどの程度「一部の概念を中心に」体系化されているかに着目した結果、「少数の概念」を中心に体系化される傾向は次第に弱まっていくこと、「特定の概念」が概念同士の間接的な関係を仲介・媒介する傾向は一貫して非常に弱いことを示した。分野別にみると、地学分野は多様な概念と直接的に関係づけられる概念がなく、一部の概念を介して概念全体が辛うじて結びついていく。学年別では高校の下級学年では多くの概念と関連付けられる中心的な概念が存在するが、それらが間接的な関係を仲介・媒介する程度は弱い。時代別では近年の教科書の前半部分で、特定の概念を介して多くの概念同士が辛うじて結びついていく可能性が示唆された。

第7章では、分野・学年・時代間の比較分析すると共に、結果を分野の特性、内容の専門性、教育政策として解釈した。7.1 では分野間比較の結果から、物理分野の特性は少数の普遍的な概念で自然界の現象を統一的に説明すること、化学分野の特性は物質の性質を少数の原子・分子で説明すると共に、それらの振る舞いに関する原理・法則を利用して多様な物質を利用・生成すること、生物分野の特性は生物や生物現象の共通性と多様性、そして生物的・非生物的な要因同士の関係を説明すること、地学分野の特性は非生物界を対象とした様々な領域の内容をオムニバスのように説明すること、であると解釈した。

7.2 では学年間比較の結果から、各段階での内容の専門性について、中学段階は複数の領域の和集合的な性格が強く、各領域について必要最低限の内容をそれぞれ丁寧に説明すること、高校（下級学年）段階は分野に関する内容を一通り取り上げると同時に、ある一つの分野としての輪郭を明示すること、高校（上級学年）段階はある分野の中でも特に専門性の高い内容から、ピックアップして説明すること、と解釈した。

7.3 では時代間比較の結果から、1958年改訂では系統主義的のもと学問体系を重視して内容を構成した、1969年改訂では教育の現代化のもと学問体系をより直接的に反映させた、1977年改訂では系統主義を維持しつつゆとり教育路線に基づき学習内容を削減した、1989年改訂では新学力観のもと知識の習得以外も重視されるようになった、1998年改訂では「生きる力」のスローガンのもと新学力観が維持・強化された、と解釈した。

第8章では、第4章から第7章までの主な結果を整理すると共に、今後の課題を述べた。分析の枠組みに関しては概念より大きな命題やトピック単位での分析、また章・単元など内容上のまとまりに応じた分析と類型化を課題として挙げた。分析手法の面では、テキストの時系列的な特徴に関する体系的な分析手法の導入、専門用語の抽出方法および対象範囲の再検討を挙げた。今後は、他の出版者、学校種と教科、諸外国の教科書や教科書以外の様々な教材との比較分析を通じて、メディアの特性に応じた知識の形式をより詳細に明らかにしていきたい。