

旧ソ連における統合課題「自然科学」に関する研究(3)

—教科間結合との関係—

山 路 裕 昭

(長崎大学教育学部理科教室)

(平成7年10月31日受理)

A Study on the Integrated Course “Natural Science” in the Former Soviet Union (3)

Hiroaki YAMAJI

(Received October 31, 1995)

I はじめに

旧ソ連の中等科学教育においては、既に1950年代から、分科科学の体系的教授体制を堅持しつつも、教授学習過程においてそれら各教科の知識や能力などの相互関連と統一を図る試みが行われており、各教科を相互に結びつけること、あるいはその結びつきに対して、「教科間結合 (Междпредметные связи)」という用語が使われるようになっていた。その後、教授学習過程における教科間結合の利用は次第に重視されるようになり、1980年代初頭には、教授要目の中に「教科間結合」の項目が新設された。そして1980年代末、新たに統合課程「自然科学 (естествознание)」が提案された。

1930年代以降一貫して分科科学教育体制を堅持してきた旧ソ連の中等科学教育における統合課程の提案は、表面的には、上述のような教科間結合の発展の結果と見ることもできるかもしれない。しかし、教科間結合は、本来、分科科学教育体制下で考えられたものであり、むしろ統合課程を否定する中で実践されたものであった。

そこで、旧ソ連の中等科学教育における教科間結合の理論や実践を分析し、提案された統合課程の目標・内容などとの比較を通して、教科間結合と統合課程との関係を考察した。

II 教科間結合の意義と統合課程のねらい

1 教科間結合の意義

(1) 教科間結合の機能

1970年代から80年代前半にかけて、教科間結合に関する実践報告や研究報告が多数発表されているが、それらの中で指摘されている教科間結合の機能を要約すれば、およそ次のようになる¹⁾。

- 学習される教科の内容の確実で深い理解と習得の促進。
- 他教科における既習知識の定着と深化の促進。
- 異なる教科の知識の体系化・総合化の促進。

○生徒の思考活動の活発化と思考能力の発達の促進。

○自然の統一的理解と世界観形成の促進。

これらのいずれの機能も、基本的には1950年代に既に指摘されていたものである。ただし、1950年代には、教科間結合によって主として生徒の知識や概念の形成・発達を促進することが強調され、生徒の世界観の形成における教科間結合の機能は部分的に触れられる程度であった。

これに対して1970年代には、生徒の世界観の形成における教科間統合の機能がより強調される傾向にある。勿論、ここで言われている世界観は、マルクス・レーニン主義的世界観であり、その形成は社会主義的人間形成にとって重要な課題の一つである。すなわち、教科間結合に多くの教育関係者が注目するようになるにつれて、社会主義的人間形成という観点から教科間結合を意義づけることが積極的に行われるようになったのである。

(2) 科学技術革命の時代への対応

このように教科間結合が多くの人々に注目されるようになった理由として、たとえばクラージンとフェドレッツは、それぞれ次のように述べている。

「教科間結合の問題に対するこのような興味は偶然ではない。すなわち科学技術革命や社会の進歩が、中等普通教育学校における教授学習の内容や方法の本質的变化を要求したのである。この変化は、現代の科学の発達の重要な過程、すなわちその統合と分化によって引き起こされた。」(クラージン)²⁾

「科学の統合のテンポの加速や科学と生産との結びつきの強化の傾向は、一般教育へ直接に影響を及ぼしている。・・・(中略)・・・教科間結合の実現は、生徒の知識の科学的体系の創造や弁証法的・唯物論的世界観の形成において特に重要な意義を得る。そして、合成された知識の利用を要求する現代の科学や社会や生産に関する課題の理解と解決に対して生徒を準備することにおいても、教科間結合の役割は増加する。」(フェドレッツ)³⁾

すなわち、教科間結合は、自然科学の各分野の相互関連・相互作用といった、現代科学技術革命における自然科学自体の特質から要求されるとともに、また、科学技術革命によって引き起こされた生産や社会の進歩や変化、その解決にさまざまな分野からの知識や能力が総合的に求められる現代社会の諸問題に対して対応するものとされている。

(3) 体系的分科科学教育における総合的アプローチ

さらに、このような教科間結合が必要とされるもう一つの背景として、旧ソ連の分科科学教育体制自体を指摘することができる。

もともと旧ソ連の分科科学教育体制は、科学の基礎の確実な習得に基づく社会主義的人間形成を目指して、1930年代に導入、確立されたものであり、その際の共産党中央委員会決定「学校についての決定(正式には、初等学校と中等学校について)」(1931)では、次のように述べられていた。

「科学、とりわけ物理学・化学・数学などの教育は、厳格に規定され綿密に作成された教授要目と教科課程にもとづいて提示され、厳密に定められた時間割によって実施されるべきであって、そうした科学を系統的かつ確実に習得させることと学校の総合技術教育化とをひきはなそうとするあらゆるくわだては、総合技術教育学校という理念をもっとも乱暴にねじまげるものである。『人類がつくりだしたすべての豊富な知識で自分の頭をゆたかにするときにはじめて、共産主義者となることができる』(レーニン)

のである。』⁴⁾

このような分科科学教育体制と教科間結合との関係について、マクシモーフは、次のように指摘している。

「教授学習の現代の条件下（すなわち教科制による分科科学の体系的教授体制）では、教科間結合を各教科の内容と生徒の学習活動への諸科学の統合の産物を反映させる手段としてみるべきである。教科間結合は、教授学習の科学性のレベルを高め、生徒の共産主義的世界観を形成することにおけるその役割を高めている。』⁵⁾

すなわち、教科間結合は、体系的分科科学教育における総合的アプローチの手段として位置づけられており、導入当時のままの体系的分科科学教育では、先述のような科学技術革命の時代における自然科学自体の特質や、生産や社会の進歩や変化に十分対応することが困難であったと言えよう。

2 統合課程の狙い

(1) 統合課程作成の理由

1988年に公表された統合課程「自然科学」の教授要目とその解説⁶⁾によれば、統合課程「自然科学」作成の理由として、まず、従来の分科科学教育が、自然界における人間の位置・役割についての統一的な表象を生徒に持たせておらず、また現代のグローバルな生態学の問題の理解や解決に対する生徒の総合的態度の形成を促進していないことが指摘されている。そして、自然の統一的理解のために従来必要とされてきた教科間結合については、異なる教科の知識をある程度結びつけるが、それらの問題を完全に解決することはできないとされ、自然及び人間や社会に関する統一的な表象や生態学的教養を生徒に形成するために統合課程「自然科学」が必要であるとされた。

(2) 統合課程の目標・内容の特徴

また、このような理由から作成された統合課程「自然科学」の目標では、従来の自然科学系教科の目標と比較して、共産主義教育的な項目が大幅に減少し、逆に、人間・社会を含む自然の統一的理解やそのような人間の存在を意識した生態学教育が強調されていた。そして、統合課程「自然科学」の内容には、生物学、地理学、物理学、化学、天文学、地質学などの自然科学の各分野からの知識や概念と同時に、自然界における人間の位置や人間の活動が自然界に及ぼす影響、さらに自然に関する神話や芸術など、自然と人間や社会とのかかわりに関する内容やそれらの相互関連・相互作用に関する内容が大幅に含まれ、それらの内容は、基本的には人間と自然とのかかわりを中心として構成されていた⁷⁾。

(3) 統合課程の狙い

従来の旧ソ連における体系的分科科学教育は、すべての生徒に科学の基礎を確実に習得させることを目指してきた。しかし、提案された統合課程「自然科学」は、少なくとも、そのような自然科学の基礎の確実な習得を第一に目指したものではない。統合課程「自然科学」では、客観的で系統的な自然科学の学習よりも、むしろ、自然と人間や社会のかかわりを中心として自然科学を学習することが目指されている。すなわち、統合課程「自然科学」の学習を通して求められているのは、単に科学の基礎を確実に習得した人間ではなく、自然と人間や社会を統一的・総合的に理解した人間の育成であろう。

このような統合課程における分科諸科学の総合的学習は、一面においては既に述べた教

科間結合と同様に、諸科学の相互関連や相互作用という現代自然科学の特質に対応するものである。しかし、さらに社会科学や人文科学などに影響を与え、またそれらの成果を取り入れて一層発展しつつある現代自然科学の総合的性格に着目すれば、統合課程「自然科学」における自然と人間や社会のかかわりを中心とする自然科学の学習は、教科間結合以上に、現代自然科学の特質により積極的に対応するものと見ることができる。

Ⅲ 教科間結合の実践と統合課程

1 「化学」と「自然」との教科間結合 —サルマノワの場合⁸⁾

サルマノワは、「自然」の課程（第2～4学年）と「化学」の課程（第7～10学年）の分析によって、表Ⅰ及び表Ⅱのように知識に関する関連表と能力に関する関連表を作り、これらに基づいて「化学」の教授学習過程における「自然」との教科間結合の実践例を示している。

サルマノワは、教科間結合実現のために、「自然」での既習事項を想起させるような質問を主として利用している。たとえば、テーマ「初歩的な化学的概念」の最初の授業（第7学年）においては、「自然」で得られた知識を導入するために、「自然」で既に学習された次のような内容の質問が生徒に対して行われている。

「物体とは何か。」

「物質とは何か。」

またテーマ「酸素の物理的性質と化学的性質」「酸素の利用と入手」の授業（第7学年）においても、「自然」などで既に学習された酸素の性質を復習するために、導入部において、

「どのような気体が空气中に存在するか。」

「空气中に酸素が存在することをどのようにして示すか。」

「酸素はどのような性質をしているか。」

「それをどのようにして示すか。」

といった質問が生徒に対して行われており、さらに実習「よごれた食塩の精製」（第7学年）においても、作業の前に、「自然」で習得された操作技術を思い出させるために、

「どのようにして物質を溶かすか。」

「溶液から沈殿物をどのようにして分けるか。」

などの質問が生徒に対して行われている。

教科間結合実現のための代表的な方法の一つは、この例に見られるような、当該教科の学習内容に関係する他教科での既習事項に関する復習や課題の実施である。他教科での既習知識を利用して解決される問題や課題は、「教科間的」問題あるいは「教科間的」課題と呼ばれ、それらは、多くの場合、当該教科の学習内容に対して生徒を準備し、当該教科の内容を生徒がより深く、また確実に習得することを助けるだけでなく、他教科での既習知識の定着にも役立つものとされている。

〈表 I〉「自然」と「化学」の課程の分析結果 (知識について)

「自然」の 授業テーマ	「化学」と関係のある概念	「化学」の 授業テーマ	「自然」と関係のある概念
1	2	3	4
導入	物体	物質	物体と物質，物質のさまざまな性質。
物体と物質	すべての物体は，物質からできている。	純物質と混合物	物質の分子構造．純物質と混合物。
何を自然現象と呼ぶか	自然現象	物理現象 化学現象	物理現象．化学現象と物理現象の違い。
空気 大気	空気の性質（圧縮率，弾性熱伝導，加熱・冷却による体積変化量）。	空気の組成	空気の単体及び化合物含有量。
空気は何からできているか	空気の組成．空気の構成部分（酸素，チッ素，炭酸ガス）	空気の組成	空気の組成の決定，空気中の不活性気体の存在。
地球上の生物にとっての空気の価値 空気を汚染から保護すること	人間，動物，植物の呼吸にとっての空気の価値．空気を汚染から守る必要性。	空気の利用	空気中における物質の完全燃焼の条件．不活性気体の利用。
酸素	酸素の入手．酸素の性質．基本的な利用の分野。	酸素 酸素の性質 酸化 酸化物 酸素の入手と利用	物理的性質．化学的性質（酸素中のリン，イオウ，鉄の燃焼）．酸化物概念．酸素の利用，過マンガン酸カリウムからの酸素の入手。
炭酸ガス	入手（白墨と塩酸または酢酸との相互作用によって）．性質（燃焼を支えず空気より重い）。	二酸化炭素 又は炭酸ガス	物理的及び化学的性質，利用。
自然界の水	水の分布と生物におけるその価値。	自然界の水 純水の入手 その物理的性質	水の分布．水の精製。 (以下 省略)

〈表Ⅱ〉「自然」と「化学」の課程の分析結果（能力について）

「化学」の授業で利用される能力	「自然」の授業でどのような活動を行った結果、能力が得られるか
1	2
<p>さまざまな現象を観察する能力。 天候現象を略号で記録する能力。</p> <p>温度のグラフ図表を作成し、それらを読む能力。</p> <p>観察の結果を処理する能力。</p> <p>自主的に一般化を行う能力。特徴を解明する能力。</p> <p>教科書によって作業する能力。</p> <p>観察に基づいて、対象とその性質を比較する能力、分析する能力、結論を出す能力、一般化と比較考査する能力。</p> <p>表に記入する能力。</p> <p>集めてコレクションを作る能力。</p> <p>物質の組成と性質を決定する能力</p> <p>実践能力：アルコールランプ、試験管、温度計、その他の実験装置を利用する能力。</p>	<p>天気のカレンダー、日記をつけることによって。</p> <p>生物気候学的観察を行い、カレンダーをつけることによって。</p> <p>植物と動物の観察、表への記入によって。</p> <p>空気、水、酸素、炭酸ガス、岩石の学習によって</p> <p>全課程の学習によって。</p> <p>酸素、炭酸ガスの性質の学習及びそれらの比較に関する実験を行うことによって。岩石の性質を比較することによって。</p> <p>金属の特殊な性質の学習によって。比較表を作ることによって（鑄鉄と鋼鉄の性質、酸素、炭酸ガス、チッ素などの性質）</p> <p>有用鉱物のコレクションを作ることによって。</p> <p>空気の組成、その性質、酸素、炭酸ガス、水の性質の学習によって。</p> <p>水の学習の際の木材や土の中の水の存在の決定。ろ紙の準備とろ過、酸素の入手とその性質の決定など。焼いたり、脱水したり、沈積させたり（粘土と砂）して土壌の組成を決定することによって</p>

2 細胞の無機成分の教授学習における教科間結合 —フェドレッツの場合—⁹⁾

フェドレッツは、「一般生物学」（第10学年の「生物学」）のテーマ「細胞の無機成分」の教授学習における教科間結合の実践例を示している。

フェドレッツは、まずこのテーマの教授学習内容と、「物理」「化学」「自然地理」の各教授要目及び教科書の内容を分析し、テーマの基本的内容を教授学習する際に利用することのできる生徒の知識を決定し、表Ⅲを作成している。そしてこの表に基づいて、生徒に対して、テーマの教授学習の前にはあらかじめ関係する章を家庭で復習することを指示している。この点、他教科での既習事項の復習を授業中に積極的に行うことによって教科間

結合を実現しようとしていたサルマノワと異なるところであろう。むしろフェドレッツは、家庭での復習に基づいて生徒が授業中に課題を解決していく過程で、教科間結合を実現しようとしている。

〈表Ⅲ〉テーマ「細胞の無機成分」に関する分析結果

テーマの基本的内容	他 課 程 の 利 用 で き る 知 識
1. 細胞の化学的組成	化学：化学元素の周期律と周期表；生物細胞の成分中に多量に存在する化学元素の原子構造の特徴；それら化学元素の基本的化合物の構造の特徴；無機及び有機物質；化学結合のタイプ。 化学と地理：細胞の成分中に多量に存在する化合物や元素の自然界における分布。 物理と化学：分子間及び分子内の相互作用力の原因となるエネルギー（化学エネルギー），原子やイオンの電子殻のエネルギー。
2. 細胞中の水とその生物学的役割	物理：水の構造と物理的性質；熱容量；気化熱；表面張力；付着能力；誘電率；物質の内部エネルギー；水の拡散力；物質の三態。 化学：電離の機構；水分子の構造；水の化学的性質；異常性；溶解度（水は不活性な溶媒である），真の溶液とコロイド溶液，乳濁液と懸濁液；イオン結合，共有結合と水素結合。 地理と化学：自然界における水の分布と循環。

フェドレッツは、授業の最初に次のような教科間的課題を生徒に出し、それぞれの課題を検討する形で教授学習を進めている。

課題 1

無生物界と生物界の構成においては、まったく同じ化学元素が存在しているのか、あるいは異なる化学元素が存在するのか。

課題 2

一体どうして生物の細胞中には酸素，炭素，水素，チッ素が多くあるのか。

課題 3

メンデレーフの周期表における化学元素の位置と細胞中のそれらの元素の生理学的役割との間には関係があるか。

課題 1 と課題 2 に関する教授学習過程とその内容は、およそ次のようなものである。

〈課題 1 について〉

○無機物質の化学的組成に関する化学の知識の想起。（生徒）

○植物，動物や人間の細胞中に存在する無機及び有機物質に関する生物の知識の想起。（生徒）

↓

○予想「無生物や生物の細胞は同一の化学元素から構成されている。」（生徒）

↓

○生徒の予想の正しさの指摘。(教師)

○同一元素から構成されているが故に土、空気、水、生命有機体の間の物質の相互交換と緊密な結びつきが可能であることの強調。(教師)

〈課題2について〉

○「酸素、炭素、水素、チッ素の原子は、細胞中のみでなく世界中に広く分布している。」
(生徒と教師の対話において)

↓

○生物の細胞を構成する基本的な元素は、広い分布と複雑な化合物を作る能力を備えていなければならないことの指摘。(教師)

↓

○「細胞を構成する元素の性質(しっかりとした結合を作る能力、多様な分子構造を作る能力など)は、その原子の大きさ、電子の数、安定した電子構造を作る能力などによって決められる。」(生徒と教師の対話において)

↓

○炭素とケイ素の比較。(生徒と教師の対話において)

- ・地球表面においてケイ素は炭素よりもはるかに多く分布しているが、生物はケイ素ではなくて炭素に基づいて構成されている。何故か。

↓

- ・C-C結合は原子間距離が1.54 Å, 結合エネルギーが336~349KJ/mol, Si-Si結合は、原子間距離が2.34 Å, 結合エネルギーが177.2KJ/molである。したがって、Si-Si結合よりC-Cの結合の方がはるかにしっかりとしており、炭素はケイ素より有機体を構成するための基本的元素としてすぐれている。

- ・CO₂分子中で炭素原子は2個の酸素原子と二重結合で結びついており、CO₂分子中に新たな結合を形成する可能性は残されていない。これに対してケイ素原子は多重結合を作ることができないために、SiO₂分子はCO₂分子のように単独で存在せず、Si-O-Si-Oという結合の繰り返しに基づく巨大分子構造を形成する。その結果CO₂は水に溶け、水と反応し、生物による利用が可能であるが、SiO₂は石英のような硬くて不活性の物質を作り、自然界における物質循環からケイ素はほとんど除去されている。

- ・炭素原子とケイ素原子はそれぞれ鎖状化合物(例えば炭化水素と水素化ケイ素)を作るが、ケイ素化合物は酸、アルカリ、水の存在下では不安定である。すなわち堅牢な炭化水素の鎖を持つ化合物を作る炭素の能力のお陰で多様な有機物質が可能となる。

↓

(必要ならば、酸素、水素、チッ素原子についての検討。)

↓

○結論「化学元素の生物学的価値は、原子の構造、メンデレーフの周期表における原子の位置によって決められる。」(生徒)

課題1及び課題2に関する教授学習過程においては、化学・物理・地理の過程において既に生徒が学習した化学元素の周期律と周期表、さまざまな元素の原子構造や性質、自然

界における元素の分布、化学結合などの知識が導入されている。これら他教科における既習知識が導入されることがなければ、課題1及び課題2の検討は不十分なものとなり、結果として生徒が獲得する細胞の無機成分に関する知識は極めて表面的なものに終わらざるを得ないであろう。すなわち他教科における既習知識の利用によって、細胞の無機成分はより深く、本質的に学習されている。また他教科における関連既習知識も、課題の検討において利用されることによって生徒により定着され、さらに原子構造や化学結合が化学元素の生物学的価値と結びつけられていることに見られるように、一層発展させられている。

しかしながらこのフェドレッツの例においては、教科間的課題の検討過程で他教科における既習知識が直接に導入され、その既習知識が細胞の無機成分と結びつけられることによって、化学元素の生物学的価値という新しい知識が形成されている。この知識は、単に生物学的な知識でも、また化学的知識あるいは物理学的知識という訳でもない。むしろそれら複数の教科にまたがる「教科間的」な知識であり、教科間結合を通して総合化された質的に新しい知識と言えよう。すなわちこのフェドレッツの例における教科間結合は、単に当該教科の内容と他教科における既習知識とをそれぞれ生徒が確実にかつ深く理解、習得することを促進するだけでなく、それら異なる教科の知識を互いに有機的に結びつける中で生徒の知識の体系化・総合化を促進するものであると考えられる。そしてこの例は、分科科学教育体制下における教科間結合によって、異なる教科の知識を互いに有機的に結びつけ、教科の枠を越えて生徒の知識を体系化・総合化する可能性を示すものであろう。

3 総合セミナー「エネルギー保存則—自然の普遍的法則」における教科間結合—マクシモーワの場合¹⁰⁾

マクシモーワは、「エネルギー保存則—自然の普遍的法則」というタイトルの総合セミナー(комплексный семинар)の内容や方法を明らかにしている。

このセミナーは、第8学年の最後に、物理の授業「保存法則の意義について」の代わりに行われるもので、その目標は次のようなものである。

- 陶冶的目標・・・物理的プロセスと現象、化学物質の変化、生物の生命活動のプロセスにおけるエネルギー保存則に関する生徒の知識の一般化と定着。
- 発達の目標・・・認識能力の発達：エネルギー保存則の観点から、物理現象、化学反応、生命活動のプロセスの間の共通性に気付くこと、さまざまな自然のプロセスと現象におけるその法則のあらわれ方の特殊性に気付くこと。
- 訓育的目標・・・エネルギー保存則の普遍性、弁証法的唯物論の哲学の発達におけるその役割に関する概念の形成、科学技術の進歩における法則の実際の意義の解明。

セミナーの準備段階では、物理、化学、生物の教師が共同で教材を選択し、生徒用の一連の問題とそれらに関する教科書のパラグラフが決定される(表IV)。生徒用の問題は、セミナーの1.5～2週間前に生徒に提示される。生徒は、好みに応じて問題を選び、選んだ問題に応じて、物理、化学、生物のグループに分けられる。生徒は、問題に応じて、物理、化学、生物の教師に相談しながら、問題について調べ、セミナーで報告する。

セミナーは、基本的には、物理の教師が指導するが、生物、化学に関する生徒の報告が行われるときにはそれぞれの教科の教師も参加し、指導する。そして、セミナーの最後に、物理の教師によって、エネルギー保存則の世界観的・実践的意義が強調される。

〈表IV〉総合セミナー「エネルギー保存則－自然の普遍的法則」のための問題と文献

基本的問題	生徒用問題	文献
1. エネルギー、その形態と変態	1. エネルギーとは何か？エネルギーの基本的形態。力学的エネルギーの形態。 2. エネルギーの変態と力学的並びに熱的プロセスにおけるエネルギー保存則	「物理6－7」§67－72 「物理8」§59
2. 化学元素の変化におけるエネルギー保存則	1. 物質の質量保存則 2. 溶解の際の熱現象 3. 化学反応の熱効果 4. 酸化還元反応におけるエネルギーの変態	「化学7－8」§17 「化学7－8」§36 「化学7－8」§58 「化学7－8」§77
3. 生物の物質代謝におけるエネルギー保存則	1. 筋肉の仕事や血管中の血液の運動、また呼吸運動におけるエネルギーの変態 2. 同化と異化のプロセス。タンパク質、脂肪、炭水化物の分解 3. 物質代謝のエネルギー的段階。ATPの役割 4. 生物によるエネルギー消費。生物によって消費されるエネルギー量の変化。	「人間」§11, 20, 25 「人間」§34, 35 「一般生物学」§45 「人間」§35, 36
4. 力学における保存則	1. 運動量保存の法則。反動運動におけるそのあらわれ。 2. 力学的エネルギー保存則 3. エネルギー保存則と永久機関	「物理8」§51, 52 「物理8」§60 「物理8」§63
5. エネルギー保存則－自然の普遍的法則	1. エネルギー保存則発見の歴史。エネルギーと質量。 2. 生物界と無生物界におけるエネルギー保存則の意義	補充文献。「物理8」§66

教科間結合の具体的実践例としてのこの総合セミナーでは、個々の教科で学習されたエネルギーに関する生徒の知識の一般化が行われるとともに、生徒の陶冶と訓育の統一ということが目指されている。同時に、この総合セミナーは、教科「物理」の授業として行われたものであるが、実際には生物、化学の内容をも取り入れ、「エネルギー保存則」という統一テーマの下で行われており、むしろ統合課程にきわめて近いものと考えられる。

4 教科間的選択授業における教科間結合 —マクシモーフの場合—¹¹⁾

旧ソ連の中等学校では、1980年代には選択課程を重視する動きも見られたが、基本的に単一の全員必修課程が重視され、教育課程の中で選択課程が占める割合は決して大きくはなかった。しかも、選択課程は必修ではなく、生徒の自由意志による（履修しても、しなくてもよい）自由選択制の選択課程であった。

このような選択課程であるが、マクシモーフは、必修課程と比較して選択課程の授業は多様な教科間結合を利用する可能性を有しており、選択授業において教科間結合を広域に利用することによって、「自然—社会—人間—労働」という世界観の上で意味ある結びつきを明らかにすることが重要であると指摘している。

マクシモーフは、特に教科間的な特徴を持つ選択課程として、選択課程「自然保護」を挙げており、その中のテーマ「大気の保護」の授業の内容として、表Vのような計画を示している。選択課程「自然保護」は、教科としては「生物」の選択課程として設定されているが、表Vに示されたテーマ「大気の保護」の授業は、化学、物理、生物、地理からの知識に基づいて大気について総合的に学習するものである。すなわち、このような教科間の選択課程は、統合課程と呼ぶことができるものであろう。

〈表V〉テーマ「大気の保護」の計画（一部）

授業のテーマ	内 容	他教科からの知識	知識利用のための問題	生徒への課題
1. 大気の組成と性質。地球上の生物にとってのその意義。	1. 大気の基本的な物理—化学的性質（空気の密度、重量、組成） 2. 大気の種類とその特徴	オゾン。空気の組成。空気の利用（「化学（7—8）」§26, 28） 密度，重量（「物理6—7」§24, 25, 26）	空気中には、どのような単体と化合物が含まれているか？ 空気の成分は何か？大気の密度はどのように分布しているか？大気はどのような層から構成されているか？異なる層の物理化学的性質はどのようなものか？オゾンとは何か？それは空気中でどのように作られるか？オゾン層とは何か？その意義は何か？	次のものを読むこと：化学の課程の§110「人間と自然の保護」（化学7—8） ；人体解剖・生理・衛生学の課程の§27「空気中で感染する病気」（「人間」）
3. 地球上の生物の成長と生存にとっての大気の性質の意義	大気の種類とその特徴	大気の種類とその特徴（「地球5」§38） 自然と人間生活における植樹の役割（「植物学」§39）	燃焼とは何か？空気中での燃焼は、生産や生活でどのように利用されているか？煙突からの黒煙の排出は何を示しているか？地球上の生物にとっての大気の意義は何か？生物は大気の組成にどのように影響しているか？	報告「あなたの地域には、どのような種類の大気汚染並びに大気汚染源があるか？」を準備すること。

5 教科間結合の実践と統合課程

公表されている教科間結合の実践例には、サルマノワの場合のような他教科での既習事項に関する復習や課題から、総合セミナーや教科間選択授業まで、さまざまな方法・形態が見られる。そして、教科間結合は、サルマノワの場合のように、他教科における関連既習事項に関する復習や課題の実施によって当該教科の学習に対して生徒を準備し、他教科での既習知識の定着を促進するだけでなく、フェドレッツやマクシモーワの場合のように、異なる教科の知識を互いに有機的に結びつけ、教科の枠を越えて生徒の知識を体系化・総合化する可能性を提供している。

さらに注目すべきことは、ここに挙げた教科間結合の実践例が、いずれも特定の一教科の授業として行われているにもかかわらず、特に総合セミナーや教科間選択授業の内容は特定の一教科の内容を中心としてではなく、複数の教科にまたがる統一テーマを中心として構成されており、実質的に教科の統合が行われているということである。

これらのことは、教科間結合はもともと体系的分科科学教育体制を前提として登場したものであったが、その実践の一部においては、統合課程の登場を待つことなく、実質的な教科の統合が行われていたことを示しており、教科間結合の実践例から見れば、異なる教科の知識を互いに有機的に結びつけ、教科の枠を越えて生徒の知識を体系化、総合化する教科間結合の機能を一層効果的に発揮するものとして、すなわち教科間結合の発展の延長線上に統合課程を位置づけることができるであろう。

IV 教科間結合実践上の課題と統合課程

旧ソ連において、1980年代末に統合課程が提案された際、統合課程が必要な理由のひとつとして、従来の中等科学教育における教科間結合の問題点が指摘された。

すなわち、統合課程の教授要目案が公表された際の解説においては、次のように述べられていた。

「わが国に作られた学校教育制度は、現在、物理学、化学、生物学、地理学、天文学という個々の教科の学習の過程でその形成が実現されるかなりの量の自然科学の知識を含んでいる。明白なことは、自然の分化された学習は、自然及び自然の中の人間の位置と役割に関する統一的な表象を生徒に形成することができず、人類の眼前に今日現れているグローバルな生態学的問題の理解やその解決への総合的なアプローチを促進していないし、生活に必要な生徒の実践的能力の形成を困難にしている。

これらの否定的現象を教科間結合の確立によって完全に克服することは不可能である。教科間結合は重要ではあるが、異なる教科に関する生徒の知識を単にある程度結びつける補助的な手段である。個々の教科の授業において教科間結合を実現する際、各々の教師は全体としての世界に関する知識ではなく、自分の教科の具体的な知識を生徒たちに形成しようとする。共通の学習対象である自然と人間は、個々の教科の間で分割されたままである。

自然と人間と社会が、さまざまな側面から、また相互関連において学習される特別な課程を学校に導入することによって、そのような状況を変えることができる。それが統合課程『自然科学』である。』²⁰⁾

また、マハムートフは、一般教育と職業教育との相互関連を実現する試みにおいて教科間結合を利用した結果、教科間結合は隣接科学の概念のレベルでのみ可能であるとして、次のように述べている。

「教科間結合は教科の『近い関係にある』概念、テーマ、単元のレベルで容易に確立され、生徒による知識のより意識的習得を促進することが探究の過程で明らかにされた。しかしながら、それらは体系的結びつきを保障せず、また理論の習得に対する労働活動の影響を強化することを促進していない。それ故に、中等職業技術学校における科学の基礎に関して特別に作成された授業による教科間結合の可能性の実験的試みは、生徒の一般教育的知識の習得水準においても、学習動機の特徴においても、また将来の労働者の人格の発達水準においても、本質的变化を示さなかった。」¹³⁾

このように教科間結合が実際には十分実現されていない原因について、マクシモワは、次のように教師と彼を取り巻く環境とにおける問題点を指摘している。

「それと同時に、教師は教科間結合を実践において実現する際にながりの困難を経験している。その困難の原因は、彼らにそのような仕事における経験がないこと、結びつきを確立する必要のある教科の内容に関する不十分な知識、教科間結合が要求される具体的なテーマや授業に関する教授法上の勧告の欠如、この問題に関する教育大学や教員研修所における不十分な教育的準備、この方面における教師の仕事を調整する指導者の不足、授業における教科間結合の利用に対して教授法専門家（メトジスト）や視学官がやかましく言わないこと、にある。」¹⁴⁾

「実践においては、まだ、教科担任教師の分離状態が存在している・・・」¹⁵⁾

これらの指摘から、旧ソ連の中等科学教育において教科間結合が必ずしも十分実現されていた訳ではなく、その原因は、教科間結合を実現するための情報や知識を教師自身が十分に持っていなかったこと、そして教科間結合の重要性や意義も必ずしも十分に認識されていなかったことが考えられる。

他方、統合課程の教授要目案の提案にともなう行われた誌上審議では、統合課程に対するさまざまな疑問や不安も提出された。その一つは、統合課程担当教師の問題である。すなわち、統合課程を担当し得る教師が既に多数存在するという指摘もあったが、多くの意見ではこの担当教師についての不安が指摘されている。この問題は、誰が教える得るのか、という問題と同時に、どのように教えるのかという問題ともかかわっていると考えられる。すなわち、各々の教科の教授方法論が本質的に異なっているとする立場からは、各教科の教師はそれぞれその固有の教授方法論を習得した専門家であり、統合課程についても統合課程に固有の教授方法論を習得した教師が必要とされる。しかし統合課程の教授方法論が十分に明らかにされていない以上、統合課程の教授方法論に関する参考書類などの作成を求める声と同時に、統合課程の担当教師は誰かということが大きな問題として提起されている。¹⁶⁾

これらのことは、教科間結合の実践と統合課程の実践とが同じような問題を抱えていること、そしてそのような問題の故に教科間結合が十分な成果を上げられなかったとすれば、統合課程の実践においても同じような状況が生まれることが考えられることを意味していると言えないだろうか。

いずれにしても、その実践上の課題という面からみれば、教科間結合と統合課程とはき

わめて似通った面を持っていると言えよう。

V 教科間結合と統合課程の関係

教科間結合は、他教科における既習知識や能力を利用して教授学習の質を向上させようとすると同時に、教科の枠を超えて生徒の知識を体系化・総合化しようとするものであった。この点においては、既に教科間結合は統合課程と同じ狙いを持つものであったと言えよう。実際、教科間結合の実践においては、統合過程におけるような総合的テーマによる教授学習活動も存在していた。すなわち、一面においては、1980年代末の統合課程の提案は、教科間結合をより確実に実現するためのものであり、教科間結合の延長線上に統合課程を位置づけることができる。

しかしながら、同時に、教科間結合と統合課程とにおける分科科学の総合的取り扱いが目指すものには、根本的な違いが存在する。すなわち、教科間結合は、科学の基礎を確実に習得した人間の育成を目指し、そのために体系的な自然科学の学習に現代自然科学の特質を反映させようとするものであった。これに対して、提案された統合課程では、むしろ自然と人間や社会を統一的・総合的に理解した人間の育成が目指されている。

言い換えれば、教科間結合と統合課程は、表面的には同じように自然の統一的理解を目指し、教科間結合の延長線上に統合課程を位置づけることができるが、そこで目指されている人間像そのものは異なっており、統合課程の提案は、科学教育において目指される人間像の転換を伴うものであった。

勿論、教科間結合の理論と実践においてはこのような人間像の転換の前兆を見ることができたが、科学の基礎の確実な習得という旧ソ連の中等科学教育の枠組みの中で、自然と人間や社会を統一的・総合的に教授学習することには一定の限界があったと言えよう。したがって、教科間結合の実践が必ずしも十分な成果を上げることができなかったことは当然であったと考えることができるかもしれない。むしろ、旧ソ連の中等科学教育における教科間結合は、伝統的な体系的分科科学教育の中に統合課程を登場させる一定の「橋渡し」の役割を果たしたと言えるであろう。

VI おわりに

旧ソ連の中等科学教育における教科間結合と統合課程との関係は、いわゆる分科理科と総合理科とにおける違いが、単に形式的な違いにとどまらず、そこで目指されている人間像の違いであることを具体的に示唆するものであろう。そのような視点から、今後、この統合課程がどのように取り扱われていくかに注目したい。

文献

- 1) 山路裕昭著「ソ連の中等科学教育における教科間の関連性－教科間結合の機能－」『日本理科教育学会研究紀要』Vol.27, No. 2, 1986, pp.33-41.
- 2) П. Г. Кулагин. Межпредметные связи в процессе обучения,

- Просвещение, Москва, 1981, стр. 5.
- 3) Г. Ф. Федорец, “Межпредметные связи” в проектах программ средней общеобразовательной школы, Советская педагогика, No. 8, 1979, стр. 70–74.
 - 4) 柴田義松, 川野辺敏編『資料 ソビエト教育学 理論と制度』新読書社, 1976, pp. 508–519.
 - 5) В. Н. Максимова, Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения, Просвещение, Москва, 1984, стр. 17.
 - 6) Программа интегрированного курса 《Естествознание》, Биология в школе, No. 5, 1988, стр. 26–57.
О создании интегрированного курса 《Естествознание》, Биология в школе, No. 5, 1988, стр. 20–26.
 - 7) 山路裕昭著「旧ソ連における統合課程「自然科学」に関する研究 —目標と内容について—」『長崎大学教育学部教科教育学研究報告』第22号, 1994, pp. 51–64.
 - 8) К. А. Сарманова, Межпредметные связи курсов химии и природоведения, Химия в школе, No. 1, 1982, стр. 38–40.
 - 9) Г. Ф. Федорец, Межпредметные связи в процессе изучения неорганических компонентов клетки в курсе общей биологии, Из опыта работы учителя, Биология в школе, No. 4, 1978, стр. 56–59.
 - 10) В. Н. Максимова, Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения. Просвещение, Москва, 1984, стр. 86–89.
 - 11) 同上書, стр. 92–95.
 - 12) 前掲, О создании интегрированного курса 《Естествознание》, стр. 20–26.
 - 13) М. И. Махмутов, Взаимосвязь общего и профессионального образования, Советская педагогика, No. 6, 1986, стр. 32–37.
 - 14) В. Н. Максимова, 前掲書, стр. 5.
 - 15) 同上書, стр. 11.
 - 16) 山路裕昭著「旧ソ連における統合課程「自然科学」に関する研究（2）—誌上審議の内容について—」『長崎大学教育学部教科教育学研究報告』第23号, 1994, pp. 15–27.