

旧ソ連邦の中等理科教育における教科間結合に関する研究

— 1950年代の教科間結合 —

山 路 裕 昭*

(平成16年3月15日受理)

Interdisciplinary Ties in the Secondary Science Education in the Former Soviet Union :

Interdisciplinary Ties in 1950's

Hiroaki YAMAJI*

(Received March 15, 2004)

I はじめに

フェドローワとキリュシュキンはその著書『教科間結合』の中で、旧ソ連邦の学校教育において最初に教科間結合の問題が取り上げられたのは1920年代のいわゆるコンプレックス・システムにおいてであり、その後1950年代から教科間結合が研究対象として取り上げられるようになったと述べている¹⁾。実際、旧ソ連邦で発行されていた教育関係の雑誌類においては、1950年代に入ると教科間の関連性あるいは教科間結合に関する論文が掲載され始める。そこで本小論では、1950年代に公表されたそれら教科間の関連性や教科間結合に関する論文等の内容に基づいて、1950年代の旧ソ連邦における教科間結合の特質について考察する。

II 教科間結合に関する論文等と「教科間結合」の登場

1950年代の旧ソ連邦で発行されていた6種類の雑誌において、教科間結合の関連性あるいは教科間結合に関して次の[A]～[K]の論文が掲載されていた。また、ダニロフ、イエシポフ著、矢川徳光訳『教授学』(原著出版は1957年) ([L]) 並びにユシコビッチ監修『1959/60学年度の学校における物理の教授について』 ([M]) にも教科間の関連性に関する記述が見られた。

*理科教室

[教科間の関連性あるいは教科間結合に関する論文等]

- [A] ゲ・ペ・ダビドフスキー「物理と化学の教授の結びつきについて」『学校の物理』No.2, 1952, pp.43-48²⁾。
- [B] ア・エム・チュリナ「物理と化学の教師による教授法委員会の作業の経験」『学校の化学』No.2, 1952, pp.57-58³⁾。
- [C] ゲ・カ・ユルコフ「中等学校における化学と物理の課程の間の結びつきに関する問題について」『学校の化学』No.3, 1952, pp.48-52⁴⁾。
- [D] エリ・ア・ツベトコフ「学校における物理と化学の教授の結びつき」『ロシア共和国教育科学アカデミー紀要』No.56, 1954, pp.69-102⁵⁾。
- [E] エヌ・エム・ベルジーリン, オ・ヴェ・カザコーワ, ヴェ・エム・コルスンスカヤ, エヌ・ア・リコフ, エヌ・エリ・ソコロフ, ア・ペ・メドーバヤ, イ・デ・ズベレフ「第5 - 9 学年における生物学的概念の発達」『ロシア共和国教育科学アカデミー紀要』No.82, 1956⁶⁾。
- [F] 「物理と他教科との結びつきの強化に向けて」『学校の物理』No.2, 1957, pp.3-7⁷⁾。
- [G] テ・ヤ・スルツカヤ「物理の課程と機械学・電気工学との結びつきを実現した経験」『学校の物理』No.3, 1957, pp.65-67⁸⁾。
- [H] エヌ・ペ・トゥベルドフスキー「化学の教授と物理との結びつきについて」『学校の化学』No.3, 1957, pp.22-25⁹⁾。
- [I] テ・ペ・コモーフ「化学の教授と生物との結びつきについて」『学校の化学』No.3, 1957, pp.61-67¹⁰⁾。
- [J] ゲ・エヌ・ガツコ「化学の教授学習と生物及び農業実習との結びつき」『学校の化学』No.6, 1957, pp.53-60¹¹⁾。
- [K] シャ・イ・ガネリン「個々の教科の間の結びつきに関するエヌ・カ・クループスカヤ」『ソビエト教育学』No.6, 1959, pp.46-51¹²⁾。
- [L] エム・ア・ダニロフ, ベ・ペ・イェシポフ著, 矢川徳光訳『教授学』明治図書, 1974。
- [M] ヴェ・エフ・ユシコビッチ監修『1959/60学年度の学校における物理の教授について』ロシア共和国教育科学アカデミー出版, 1959¹³⁾。

これらの論文等の中で、実際に「межпредметные связи: 教科間結合」という用語が使用されているのは[E][J][K]のみであり、他の論文等の中では「связь преподавания химии с физикой: 化学の教授と物理との結びつき」「связь между учебными предметами: 教科間の結びつき」等の表現が使われている。

また、上記以前の論文等において「教科間結合」の用語が使われたものを見ることはできなかった。

さらに、旧ソ連邦で1960年に出版された『教育学辞典』を邦訳した『ソビエト教育科学辞典』(明治図書, 1963)においては、「межпредметные связи」という用語が使われていた(項目名は「教科間の連関性」)。

すなわちこれらの論文等で見限りにおいては、1950年代後半から次第に「教科間結合」という用語が使用されるようになったのではないかと考えられる。

以下のⅢ～Ⅶでは、[A]～[M]の論文等に見られた教科間結合のいくつかの側面に

について検討する。

Ⅲ 教授学習における継承性と教科間結合

ベルギーリン他の論文〔E〕においては、概念の相互継承性や課程間の継承的結びつき、あるいは教科間の継承性というように、「継承性」という用語がしばしば出現している。この継承性は、ソビエト教育学辞典においては「教授学習における継承性」として次のように解説されている。

「教材の配列に首尾一貫性と体系性のあること、教授－訓育活動の諸段階が関連し調和していること。ある授業から次の授業へと移る際や（つまり授業のシステムのなかや）、ある学年度から別の学年度に移る際に、実現される。すでに習ったことを新しい、いっそう高い水準で意味づけたり、現在持っている知識を新しい知識で強化したり、新しい関連を明らかにしたりすることを特徴としている。……（中略）……継承性は、古い知識と新しい知識、過去の経験と新しい経験の相互作用を生徒が理解することをおして、生徒が発達していく過程を意味する。」¹⁴⁾

すなわち教授学習における継承性は、一つの教授段階から次の教授段階に移る際に前の段階で生徒に習得された知識や能力等が後の段階において深化、拡充されるような、教材相互の繋がりと関連性を意味していると考えられる。

では、このような教授学習における継承性と教科間結合との関係はどのように考えられるのであろうか。

ア・ペ・メドーバヤは、論文「第4・5学年における博物の教授の継承性について」の中で、博物の第4学年の無生物の課程と第5学年の植物学の課程との間の継承性が無視されているとして、第4学年の無生物界の学習は子どもたち自身の観察や実験に基づいて行われるべきであり、第5学年の植物学の学習はそのような第4学年での学習に基づいて行われるべきであると指摘し、次のように述べている。

「生徒の知識は、概念の一定の体系を示し、次第に発達するのであって、直ちに最終的な形において生じるのではない。私たちはこの発達を学年内（課程の一つのテーマから他のテーマへの移行の際）や、また一つの教科や親戚関係の教科群における学校の教授学習の年月の中に観察することができる。教師は、それに基づきながら新しい概念を形成したり、前の概念を深めたり拡大したりするために、生徒たちがどのような概念を既に獲得しているかを知らなければならない。

知識と習熟の厳密な継承性を守ることによって、教師は生徒による新しい教材の習得プロセスをかなり容易にすることができ、またそれによって教授要目の実施における緊張を和らげることができる。教授学習の先行する学年と後続の学年との内容や方法の緊密な相互関係は、かくして、教授学習の効果の一層の向上への道である。それは先に獲得された知識をうまく定着させ、新しい現象をより深い基礎において理解することを助ける。」¹⁵⁾

さらにメドーバヤは、第5学年の植物学の多くの内容の学習に際して第4学年の無生物界の課程での既習内容を導入することができるとして、その具体例を示しているが、このメドーバヤによって示されている継承性の例は、課程の枠を越えて知識や概念あるいは能力等の段階的で継続的な発達を保障しようというものであり、1950年代の他の論文等にお

いて明らかにされている教科間の関連性あるいは教科間結合の具体例ときわめて似通っている。それらのいずれも、異なる場面で学習される知識や能力等を結びつけようとするものである。

ただし、メドーバヤ論文やベルギーリン論文で問題とされている継承性は、基本的に博物あるいは生物の教科内における課程間の問題である。勿論、上記の引用文中にあるように、メドーバヤは同一教科内だけでなく、同系統の教科群の中でも継承性に基づいて概念が深化、拡大されていくこと、すなわち教科間の継承性も指摘している。しかしメドーバヤ論文においてはそのような教科間の継承性についてそれ以上は特に触れられておらず、継承性の問題は基本的に教科内（課程間）を中心として論じられている。

他方アナニエフは、論文「教授学習における継承性について」の中で、第1～4学年で子どもたちに習得された時間と空間に関する数学的概念等が次のような3つの方法でその後発達させられていくとしている¹⁶⁾。

○数学教育の体系、すなわち教科としての数学（アナニエフ論文が公表された当時は算数）における一層の発達。

○学校教育の隣接する領域への転移。すなわち物理や製図の学習過程における利用。

○学校教育のさらにより遠くの領域への転移。すなわち図画、歴史、地理等における利用。

このアナニエフの指摘に従えば、継承性は教科内を中心としたものだけではなく、さらに教科間においても考えられるべきものである。言い換えれば、知識・概念や能力等の発達は、特定の一教科内でのみ発達させられるものではなく、関係する他教科において利用される際などにも発達させられるのである。

さらにベルギーリン論文においては、継承的結びつきに関連して「教科間結合の中でも一つの教科の異なる学年の課程間の結びつきや同系統の教科の間の結びつきが特に重要である」¹⁷⁾と述べられており、教科間の継承的結びつきのみでなく、教科内の継承的結びつきまでもが教科間結合に含まれていた。このベルギーリンの考えに従えば、継承性に基づく結びつきのすべてが教科間結合に含まれることになり、教科内の結びつきも教科間結合に含まれることになる。

すなわち1950年代において、教授学習における継承性と教科間結合とはその必要性や意義あるいは実際的な内容において相互に重複する部分を持っていたが、その関係の捉え方は人によって必ずしも同じではなかったようである。そしてそのことは、1950年代当時、教科間の関連性あるいは教科間結合に関する実践や研究が始まってはいたものの、その当事者達にもそれらの意味するもの或いはそれらと継承性との関係等が必ずしも共通に理解されていた訳ではなかったことを示すものであろう。

なお本論文ではここまで、異なる教科の間で学習内容等が相互に関連していることやその相互の結びつきを、各論文中での表現に従って「教科間の関連性」「教科間の結びつき」あるいは「教科間結合」等と使い分けてきたが、以下では「教科間結合」に統一する。

Ⅳ 教科間結合の必要性和機能

1950年代に発表された教科間結合に関する論文等13編においては、教科間の関連性や教科間結合を利用・実現することの必要性和機能がさまざまに指摘されている。それらが大別すれば、次のようになる。

- 教科間結合の欠如によるさまざまな問題の解決。
- 個別科学相互の結びつきの反映。
- 自然科学と実践とを結びつける総合技術教育の実現。
- 生徒の知識や概念の形成・発達。
- 生徒の世界観の形成。

1 教科間結合の欠如によるさまざまな問題の解決

13編の論文等の内、コモーフ、ガツコ、ガネリン、ダニロフ・イエシポフの4編中では、実際の教授学習過程における教科間結合の欠如やそれによる問題点については言及されていないが、しかしそれら以外の論文では教科間結合の欠如が指摘され、さらにそれによるさまざまな問題点が指摘されている。

例えば、同一の問題が物理と化学で学習され、不必要な重複があるだけでなく、表現が異なっている等のために生徒が「物理学的」あるいは「化学的」にそれを理解して同一のものとは考えていないことがある（ダビドフスキー、チュリナ、『学校の物理』巻頭論文、スルツカヤ、トゥベルドフスキー）、学習の前提となる他教科の知識が学習されていないことがある（ユルコフ、ユシコビッチ）、学習された知識の一般化が行われていないことがある（トゥベルドフスキー）、重要な概念の深化や発達が十分に行われておらず、学習後しばらくすると忘れられていることがある（ベルジーリン、コルスンスカヤ）等である。

これらの問題は、直接的には教科間結合が確立されていないことによるものであるが、さらにその原因として各教科において他教科と無関係に教材配置の独自の体系が確立され、教科間の内容配置が十分に調整されていないこと（ユルコフ、ユシコビッチ）、教師がその養成段階において他教科に関する教育を十分に受けておらず、他教科の知識を十分に持っていないこと（ダビドフスキー、ツベトコフ、トゥベルドフスキー）、教師が他教科の内容に対して十分に注意を払っていないこと（ダビドフスキー）等が指摘されている。

そしてこれらの原因に対して、教科内の教材配置や学習時期を修正・変更すること（ユルコフ、ツベトコフ、スルツカヤ）、関係する教科の教師による教授法委員会の設置等を通して異なる教科の教師が協力し、また互いに他教科の内容を知ること（チュリナ、『学校の物理』巻頭論文、スルツカヤ、トゥベルドフスキー）、そして教師自身が自分の教科や教授方法を全体の一部として理解すること（ベルジーリン）等が提案され、それらの実現を通して教科間結合を確立することが求められている。

2 個別科学相互の結びつきの反映

ダビドフスキーは、学校における物理と化学の教授の結びつきが必要な理由として、物理学と化学自体が互いに結びついていることを挙げている。教科間結合が必要な理由としてこのように各教科の背景にある個別科学相互の結びつきを指摘する意見は、ダビドフスキー以外にも、チュリナ、ユルコフ、ツベトコフ、トゥベルドフスキー、コモーフの論文や『学校の物理』巻頭論文で見ることができる。

特にチュリナ、ユルコフ、トゥベルドフスキーが共通して引用しているロモノーソフの言葉「物理学の知識のない化学者は、すべてのものを手探りで探さなくてはならない人間に似ている。そしてこれらの科学は、一方は他方なくしては完全に存在し得ないように、互いに結びついている。」は、物理学と化学との結びつきに限定されてはいるが、教科間結合の根拠としての科学相互の結びつきを象徴的に示している。

さらにツベトコフは、教科間結合が必要な根拠としての個別科学の相互の結びつきを、単一な自然に関する科学としてのそれら諸科学の本質的な特徴とし、自然現象を全面的に研究するためには個別科学を知るだけでなくそれらの間の結びつきと相互作用を明らかにすることが必要と指摘している。このツベトコフの見解の中ではエンゲルスの『自然の弁証法』が引用されており、科学に対する弁証法的見方に基づくものである。ただしツベトコフは、個別科学相互の結びつきはそれら個別科学の統合や消滅を意味しないとしており、学校へのいわゆる総合理科のような教科の導入を否定し、教科間結合は既存の各教科の系統性や構造を基本的に維持した中で確立されるものとしている。

いずれにしてもダビドフスキーやツベトコフらは、このような科学相互の結びつきの存在を指摘し、その結びつきが学校におけるそれら科学の教授学習過程に当然反映されなければならないとしている。

3 自然科学と実践とを結びつける総合技術教育の実践

自然科学とその実践としての生産や労働活動との結びつきに基づいて教科間結合の必要性と意義を指摘しているのは、ツベトコフ、コモーフ、ガツコ、ユシコビッチ監修本と『学校の物理』巻頭論文である。

ツベトコフは、物理と化学の教授の結びつきが必要な理由の一つとして、「その基礎に物理的あるいは化学的現象があるような最も重要な生産プロセスを生徒に別々に知らせるだけでなく、生産の基本的分野に関する統一性表象や現代工業の基礎に関する表象を要求するような総合技術教育を学校において実現する必要性」を挙げており、コモーフやガツコも教科間結合によって生徒の総合技術教育が促進されるとしている。

現代の農業生産や工業生産においては、自然に関するさまざまな知識や理論等が応用されているが、そこではユシコビッチ監修本の中で「技術的進歩という課題を解決している進歩的労働者と生産革新者たちは、そのためにさまざまな領域の科学からの知識を応用している」と述べられているように、特定の領域の科学の知識や理論だけではなく、さまざまな領域の科学の知識や理論が取り入れられる。すなわち現代生産におけるさまざまな問題に対しては、個別科学の枠を越えてさまざまな領域の科学を相互に結びつけ、総合的に解決することが必要である。また、そのような現代生産の基本的特徴を生徒に知らせ、将来のそのような実践活動に対して生徒を準備するという総合技術教育の実現のために、実践をも含めたさまざまな教科の結びつきを通して理論の実践化を保障することが必要とされているのである。

4 生徒の知識や概念の形成・発達

ベルギーリンは、教科間結合によって生徒が他教科で獲得した表象や概念を拡大し、必要な知識を強固にする連合を起こさせると述べている。またベルギーリンは、生物学の各課程の学習を通じて一般生物学的概念が形成・発達されていくために、各課程間の継承的な結びつきを確立する必要性を重視している。

このように生徒の知識や概念の形成・発達における教科間結合の必要性や意義は、ツベトコフにおいても指摘されている。ツベトコフは、教科間結合が必要な根拠の一つとして、「他教科で与えられた知識を発達させ、強固にさせながら、一般的概念を形成しながら、隣接教科で獲得された実践的技能を利用しながら、個々の問題の解釈における不必要な繰り返しや矛盾を排除し、教授学習における統一性を保障しながら、体系的で深くて確実な

知識を保障し、同時に生徒の労働を容易にする必要性」を挙げている。

また、先に示した教科間結合の欠如によるさまざまな問題は、実はいずれも生徒の知識や概念の形成・発達における問題とすることができ、そのような生徒の知識や概念の形成・発達における問題を解決するために教科間結合が求められていたということもできる。

さらに論文中で明らかにされている教科間結合の例の多くでは、教科間結合による生徒の知識や概念の効率的でより正確な形成・深化と発達が指摘されている。

例えば、ダビドフスキーやベルジーリンは次のように述べている。

「物理の授業の引用は、原子と分子の統一的な表象を《化学的》及び《物理学的》なものに分割することなしに生徒達に形成することを促進する。物理の教師は、今度は、純粋に物理現象に限定することなく、化学から素材を導入しなければならない。すなわち電池の働きを演示する際には、亜鉛の硫酸への溶解に生徒の注意を向けながら、彼らに既知の水素分子分離の反応を思い出させることで十分である。」(ダビドフスキー)

「第5学年で生徒によって獲得された地理学的概念に基づいて、植物学の教師は、第6学年の最初のテーマ『最も重要な栽培植物』の学習の際に世界地図を利用しながらその起源に関する問題に十分に触れることができる。今度は植物学の授業の前期に獲得されたその概念を、地理学の教師は、後期の世界各国の植物界の学習の際に拡大し定着させることができる。」(ベルジーリン)

またユルコフは、物理で熱概念が定量的に学習されたことに基づいて、化学の授業では炭素の燃焼反応の方程式に反応熱を導入し、反応の熱的現象を定量的に取り扱っている。

このように教科間結合は、教材の不必要な重複や同一内容に対する異なった説明による混乱を排除して教師や生徒の教授学習における負担を軽減し、生徒における知識・概念の効果的な理解・習得を促進するものとされており、また生徒における体系的な知識や概念の確実な形成と深化・発達を保障するものとされている。

5 生徒の世界観の形成

生徒の世界観の形成における教科間結合の必要性や意義を指摘しているのは、ダビドフスキー、ツベトコフ、コルスノスカヤ、ユシコビッチ監修本、ダニロフ・イエシポフ、そして『学校の物理』巻頭論文である。ただし、ダビドフスキーは、直接には単に生徒の世界観の形成を保障するために教科間結合が必要であると述べているだけである。

ユシコビッチ監修本と『学校の物理』巻頭論文は、自然科学の各領域がそれぞれ独自の方法によって物質世界を研究しており、それら各領域の知識の総和によってのみ自然全体の表象を得ることができるとして生徒の世界観の形成における教科間結合の重要性を指摘している。

またツベトコフは、自然現象を十分かつ全面的に研究することはさまざまな運動形態の間の結びつきや相互作用を示すことであるとして、個々の運動形態を研究するさまざまな科学が相互に結びついていることを明らかにし、それを教授学習過程に反映させる必要性、すなわち教科間結合の必要性を指摘している。

さらにダニロフ・イエシポフも、生徒の世界観形成のためには、相互関連した個別科学に対応する各教科の内容において統一性と相互関連が保証されることが必要であり、個々の教科における世界についての分析的な検討を総合によって補完するために教科間結合が

必要としている。

これらの見解においては、自然の諸事象をさまざまな科学の見地から、その相互連関と相互作用において、全面的に深く学習すること、すなわち自然の諸事象を弁証法的に学習することが重視されており、それが生徒の科学的世界観の形成に役立つと考えられている。そして教科間結合は、そのような自然の弁証法的学習の成立を可能にする重要な条件と考えられている。

ただし、ユシコビッチ監修本やツベトコフ論文の中で明らかにされている教科間結合の具体例では、自然の事象を直接に弁証法的に解釈、理解することにまで言及されている訳ではない。むしろ、それら教科間結合の具体例中では、教科間結合と生徒の世界観の形成との具体的ななかかわりにはほとんど言及されていない。ツベトコフが正しい世界観の形成のために挙げている例も、物理との結びつきに基づいて化学反応の熱的（エネルギー的）側面に関する生徒の理解を深めるものであり、これとほとんど同じ例をユルコフは、世界観の形成にまったく言及することなく教科間結合の例として挙げている。

これらに対してコルスンスカヤは、生物の最後の課程「ダーウィニズムの基礎」において、生徒に自然や社会に関する統一的な弁証法的唯物論的概念を形成するという明確な視点から教科間結合の必要性を指摘し、その例を挙げている。ただしダーウィニズムの基礎は、教科「生物」の最終段階に位置し、さまざまな教科においてそれまでに生徒に獲得された自然や社会に関する知識・概念を総合し、統一的な世界観の科学的基礎へ転換すること自体がその重要な目標として掲げられた課程である。

いずれにしても、自然や社会のさまざまな現象を互いに結びつけ、統一的な弁証法的唯物論的な見方を生徒に学習させようという点で、コルスンスカヤの見解はツベトコフらの見解と基本的には同じものであり、そこでは教科間結合の確立が重要な役割を果たすとされている。

V 教科間結合の相手教科

1950年代の教科間結合に関する論文等においては、生物、物理、化学の教授学習過程における教科間結合のさまざまな例が示されている。それらの例において、同じ教科内における結合の場合を除くと、教科間結合の相手となっていた教科は、生物、物理、化学、数学、地理、歴史、農業・機械・電気工学に関する実習等であった。また、取り上げた論文等では、さらに内容等において関連しており教科間結合の相手となり得る教科、すなわち隣接教科として、天文、製図、ロシア語と文学等が挙げられており、結局、中等教育段階のほとんどすべての教科が生物、物理、化学における教科間結合の相手教科として考えられていたと言えるであろう。

ただし取り上げた論文の題目にも見られるように、実際の教科間結合としては生物、物理、化学相互間のものが多く取り上げられている。言い換えれば、生物、物理、化学における教科間結合の相手教科として中等教育段階のほとんどすべての教科が考えられていたとしても、実際には専ら同じ自然科学系の教科が相手教科となることが多かったと考えられる。

このことは、先に明らかにした教科間結合が個別科学相互の結びつきを反映するものであるという点から見れば、またきわめて自然なことである。すなわち、自然科学と人文・

社会科学等がそれぞれ相互に関連しあっているとしても、自然科学の各領域である生物学、物理学、化学相互はその内容等においてより直接的かつ密接に結びついている。それだけに自然科学系の各教科の教授学習活動においては、人文・社会科学系の教科よりも同じ自然科学系の教科との教科間結合を実現することの方がより实际的であり、また容易であったと考えられる。

Ⅵ 教科間結合の形態

ベルジーリンは、教科間結合を時間的観点から次のように分類している。(論文[E])。

○水平的結合：その学年で同時に生徒に学習されている教科との結合

○垂直的結合：先行する学年でより早く学習された教科との結合

○未来的結合：後続の学年で学習される教科との結合

また、その他の論文等で最も頻繁に見られる教科間結合は、例えば物理の授業において化学での関連既習内容を利用するというように、ある教科の教授学習の際に他教科での関連既習内容を利用するというものである。このような教科間結合はベルジーリンの分類に従えば水平的結合あるいは垂直的結合に相当するものであろう。他方、ベルジーリンが未来的結合と名づけた、後続の学年で学習される教科との教科間結合は、ベルジーリンの論文をも含めて教科間結合の例の中に明確にまた具体的に見いだすことはできなかった。

先に明らかにしたように、自然科学系教科における教科間結合の相手教科としては同じ自然科学系教科が中心となっていた。しかし引用した教科間結合の例においても、また論文等においても、生物、物理、化学相互の教科間結合が繰り返し登場しているにもかかわらず、もう一つの自然科学系教科である天文はほとんど登場していない。このことは、1950年代には生物が第4～9学年、物理が第6～10学年、化学が第7～10学年で学習されていたのに対して、天文は第10学年で学習されていたことから、生物、物理、化学において天文を相手教科とする未来的結合はほとんど考慮されていなかった、あるいは実践されていなかったことを示している。

さらに、教科間結合において取り上げられている他教科の関連既習内容には、ベルジーリンやツベトコフが実践的な能力や習熟の発達における結びつきを指摘してはいたものの、教科間結合の具体例においてそのような能力や技能に直接かわるものは僅かであり、ほとんどの例においては他教科での既習知識や概念のみが取り上げられていた。

すなわち、1950年代の中等理科教育における教科間結合の最も一般的な形態は、生物、物理、化学相互間でそれぞれ他教科の関連既習知識や概念を利用するものであったと考えられる。

Ⅶ 教科間結合の準備と実現の方法

『学校の物理』巻頭論文とユシコビッチ監修本では、それぞれ教科間結合を実現する方法が指摘されており、それぞれ若干表現は異なるものの、基本的には次の2方法である。

○異なる教科の学習を時間的に調和させること。

○異なる教科で学習される同一の概念の取り扱いを統一すること。

またツベトコフ論文においても教科間結合実現の方法が6項目示されているが、それらのほとんども上記の2方法にまとめられる。

前者の方法は、直接的には既に明らかにしたような各教科において他教科と無関係に教材が配置されたことによって教科間で不必要な重複が存在したり、あるいは学習の前提となる他教科の知識が生徒に学習されていなかったりという問題に対処するものでもある。この方法での教科間結合として『学校の物理』巻頭論文に挙げられていた例は、第8学年の物理において力の合成・分解を学習する時点で数学ではまだ三角形の相似やピタゴラスの定理が学習されていないという問題に対処するもので、力の合成・分解を次のように学習するものである。

第8学年物理：力の合成・分解を図解のみで学習する。

↓

第8学年数学：三角形の相似やピタゴラスの定理を学習する。

↓

第8学年物理：学年末の復習の際、力の合成・分解に三角形の相似やピタゴラスの定理を適用する。

さらにユシコビッチ監修本において挙げられている教科間結合の例は、化学と物理で同一内容を重複して学習することを避けるためにそれぞれの学習内容を事前に調整し、結果的には次のように化学での既習概念に基づいて物理の学習を行うものである。

第7学年化学：物質の原子-分子構造と分子運動の存在に関する概念を生徒に与える。

↓

第7学年物理：固体・液体・気体における分子運動の特徴を解説し、分子の相互作用の力の存在について話す。

次に、後者の異なる教科で学習される同一の概念の取り扱いの統一は、教科間結合の欠如によるさまざまな問題の中で、同一の事象や概念が異なる教科でそれぞれ別個に取り扱われ、またその説明や表現等が異なっているために生徒に異なるものとして理解される問題に対応するものであり、教科間で同一事象や概念の取り扱いや表現の不統一をなくそうとするものである。

この具体的な例として、『学校の物理』巻頭論文では、物理と化学で「電子殻」と「電子層」、「等温過程」と「等温変化」等の用語について、どちらか一方を選んで統一的使用するように物理と化学の教師達が事前に話し合うことが提案されている。

すなわちこれらの例によっても明らかなように、教科間結合実現のいずれの方法においても、教科間結合を実現するための準備として事前に隣接教科の内容について知ることが必要となり、さらに場合によっては隣接教科間で学習内容等に関する調整が必要となる。そしてこのために、例えばダビドフスキーは教授要目や教科書によって隣接教科の内容を研究することの必要性を指摘し、またベルジーリンとコルスンスカヤやスルツカヤは、自教科の内容と隣接教科の内容とを対比させながら一覧できるようにした表を作成している。さらに、チュリナ、スルツカヤ、トゥベルドフスキー、『学校の物理』巻頭論文は、関係する教科の教師による教授法委員会や教科委員会の設置等を通して互いの教科の内容を知ることや教師相互の協力活動の有効性を指摘している。

一方、このような準備を経て実際の教授学習過程においてさらにどのように教科間結合を利用・実現するか、その具体的な方法について、ユルコフは次のように述べている。

「しかし単なる既知事項の単純な引用に止まっていってはならない。というのは、その

ような結合の形式は、しばしば形式主義的特徴を帯びており、また必要な効果を与えないからである。教材の利用の際には、いつもそれを導入する必要性を根拠づけるべきであり、何かの形式でその本質を思い出し、それを任意の出された問題の検討のために利用すべきである。多くの場合、生徒に予め物理の分野の必要な教材を復習するように提起することが望ましい。」

ここで述べられているように隣接教科における既習知識を利用して解かなければならないような問題を使用することによって教科間結合を実現することは、コルスンスカヤの挙げている例に見ることができる。コルスンスカヤは、生物のダーウィニズムの基礎（第9学年）における有機世界の不変性に関する学習において「そのような観念論的表象が何故に支持されたか」という問題を取り上げ、歴史や地理における既習知識を導入することによってその問題を解明している。

しかしながら、1950年代の論文等の中では教科間結合を利用・実現する具体的な方法について必ずしも明確に示されているわけではない。むしろ多くの場合、単に隣接教科の内容等に基づいて自教科の学習を行うことが述べられているのみであり、具体的な方法や手順が明らかにされている例はほとんど見られない。

VIII 1950年代の教科間結合の特質

1 知識や概念の確実な習得や深化・発達を目指した教科間結合－継承性との関係－

1950年代の旧ソ連邦において、教科間の関連性は一般には主として教育課程の編成時に考慮されるものであったが、しかし一部の研究者や教師達によって教授学習過程で教科間の関連性を利用・実現することの必要性や意義が主張され、その実践が試みられた。その後一般に使われるようになる「教科間結合」という用語は、1950年代後半の論文等から登場しており、この頃から教科間結合に対する関心は次第に高まりつつあったと考えられる。

しかしながら、教科間結合の意味するところについては当時必ずしも全員に共通理解があったわけではない。特に、教授学習の継承性と教科間結合との関係の捉え方には混乱があり、「教科間」結合の中に「教科内」の結合を含めた例もあった。そしてこの継承性と教科間結合との関係の曖昧さは、当時の教科間結合の特質の一端を示している。

1950年代の論文等において、教科間結合は生徒の知識や概念の形成・発達並びに世界観の形成においてその必要性や意義が指摘されていた。しかし同時に、1950年代の多くの論文等の中では、世界観の形成における教科間結合の必要性や意義よりも、知識や概念の形成・発達における教科間結合の必要性や意義の方が強調されていたように見える。

実際のところ、教授学習過程における教科間結合の欠如による問題として論文等で指摘されていたものは、主として生徒の知識や概念の形成・発達に関することであり、生徒の世界観の形成における問題はほとんど指摘されていなかった。また論文中で明らかにされていたさまざまな教科間結合の例においても、コルスンスカヤの場合を除いて、世界観の形成に言及されているものはほとんどなく、むしろ体系的な知識や概念の確実な習得や深化・発達を中心として述べられていた。多くの実践例では、何らかの総合的理解や総合的概念の形成ではなく、むしろ個別知識や概念の効果的・効率的な獲得・形成を目指して、専ら生物、物理、化学相互間でそれぞれ他教科の関連既習知識や概念を利用するというのが一般的であった。

すなわち1950年代の教科間結合は、生徒の世界観の形成という狙いも含んではいたが、むしろ直接的には知識や概念の効果的・効率的で確実な習得や深化・発達ということを目指して自然科学系他教科の関連既習知識や概念を利用するものであったと考えられる。そしてこのような当時の教科間結合の特質からすれば、教授学習過程における継承性と教科間結合との本質的な違いを見いだすこと自体が困難となろう。確かに継承性は主として教科内（あるいは課程間）で考慮されることが多く、教科間結合は教科間の関連性を問題としていたと考えられるが、その点を除けば継承性と当時の教科間結合とは、いずれも生徒の知識や概念、能力等について効果的・効率的で確実な獲得・形成、深化・発達を目指して教材相互の繋がりや関連性を確立しようとするものだからである。しかも実際には継承性は教科間でも考慮されるものであるとすれば、継承性と教科間結合との違いは一層曖昧となり、1950年代に両者の関係の捉え方に混乱があったとしても不思議ではないであろう。

2 生徒の世界観の形成における教科間結合の役割

上述のように、1950年代の論文等においては、生徒の知識や概念の習得、深化・発達に比べて世界観の形成における教科間結合の必要性や意義はあまり強調されていなかったように見える。しかしこのことは、当時の教科間結合の実践が生徒の世界観の形成とはほとんど無関係であったことを直ちに意味するものではない。

もともと旧ソ連邦の学校で生徒に形成しようとしていた科学的な世界観は、弁証法的唯物論の世界観であり、その形成は生徒による科学の基礎の習得と深く結びついたものである。例えば1956年に出版された教育大学用教科書では、共産主義教育における知育に関する説明の中で次のように述べられている。

「科学の基礎を獲得することは、自然と社会と人間の思考の発達の法則性を理解する可能性を人々に与える。科学の基礎で生徒を武装することなくしては、彼らに科学的な世界観の基礎を形成することは不可能である。」¹⁸⁾

すなわち、教科間結合の利用によって直ちに生徒の世界観が形成されるのではなく、教科間結合の利用によって自然に関する全面的で深い理解が得られ、それが生徒の科学的な世界観の基礎を形成すると考えられるのである。

したがって教授学習過程における教科間結合の実践例は、仮にそこで世界観の形成に具体的に言及されていなかったとしても、それが少なくとも自然に関する科学の基礎の習得を促進するものであれば、あるいはさらに自然について全面的で深い理解を生徒に獲得させるものであれば、間接的ではあるが生徒の科学的な世界観の形成に貢献するものであったということになるだろう。

ただし、1950年代の論文等における教科間結合の実践例の多くでは、個別知識や概念の効果的・効率的で確実な習得や深化・発達を直接に目指すことが一般的であり、自然に関する何らかの総合的理解や総合的概念の形成が明確に目指されることはあまりなかった。そのような点から見れば、1950年代の教科間結合の利用・実現は個別科学の基礎の学習には役立っていたとしても、必ずしも自然の全面的な理解を生徒にもたらすものであったかどうか明らかではなく、実際に生徒の科学的な世界観の形成に教科間結合自身が十分に貢献するものであったと考えることには疑問が残るのである。

3 自然科学と教科間結合

1950年代の教科間結合は、生徒の世界観の形成という狙いを含んではいたが、むしろ直接的には生徒における個別知識や概念の効果的・効率的で確実な習得や深化・発達を目指すことが一般的であった。このことは、当時の旧ソ連邦の学校教育における科学の基礎の重視、さらに当時の旧ソ連邦社会における科学技術の重視や科学技術革命における自然科学の特質の認識と結びつけて考えることが自然であろう。

科学の基礎を生徒に確実に習得させることは、もともと工業化の要求を背景とした人材養成の要求から1930年代に体系的分科理科教育体制が導入された際に掲げられた重要な課題であった¹⁹⁾。したがって科学の基礎の習得は、直接的には各教科の基礎となる各分科科学の基礎の習得を意味していたと言えよう。そして第二次世界大戦後、旧ソ連邦社会では経済発展の必要性から科学技術が重視され、工業生産の急速な伸びや宇宙開発競争における一連の華々しい成果によってその姿勢が一層強化されるとともに、科学技術革命の時代が到来したとの認識の下で科学の基礎を生徒に確実に習得させることはますます重要な課題とされていった²⁰⁾。

すなわち、分科理科教育体制下の教科間結合を通して生徒に習得・発達させようとした知識や概念は専ら各分科科学の知識や概念であり、科学技術重視、科学の基礎の習得重視という状況下で、各分科科学の基礎を生徒に効果的・効率的に習得させるために教科間結合が利用されたという面がきわめて強かったと考えられる。

そして教科間結合が必要とされた理由の一つである個別科学相互の結びつきは、科学技術革命の時代における自然科学の特質として指摘された自然科学の諸部門間の相互関連と相互作用、境界・学際部門の誕生・発達に対応するものであったと考えられる。言い換えれば、教科間結合は科学技術革命の時代における自然科学の特質を自然科学の教授学習過程に反映させるものであり、自然科学の質的变化の認識が教科間結合の登場という形で理科教育に影響を与えたと見ることができる。

ところで、先に示した個別科学相互の結びつきを教授学習過程に反映させるという考え方には、若干異なる2つの考え方が含まれていた。一つは、特にロモノーソフの言葉が繰り返し引用されていたことに代表されるように、科学の諸領域自体が相互に関連しており、ある領域の科学を他の領域の科学と無関係に理解することは困難とする考え方である。他の一つは、ツベトコフの指摘に見られたように、個別諸科学は単一な自然に関する科学であるが故にそれら諸科学は不可避免的に相互に結びついているとするものであり、したがって自然について十分かつ全面的に認識するためにはそれら個別諸科学相互の結びつきを明らかにし、それらの相互作用を示す必要があるとする考え方である。

いずれの考え方も、基本的には自然科学の特質に対応して個別科学相互の結びつきに着目するものであるが、前者の考え方は自然科学の各部門・各個別科学の理解のために個別科学相互の結びつきを教授学習過程に反映させようとするものであり、後者の考え方は自然の全面的な認識のためには個別科学間の相互関連と相互作用を示す必要があるとするものである。そして、1950年代の教科間結合の実践例の多くでは個別知識や概念の効果的・効率的な習得が専ら目指され、自然に関する何らかの総合的理解や総合的概念の形成が目指されることはあまりなかったという点から見れば、教科間結合の多くの実践においては前者の考え方が中心であり、後者の考え方はあまり一般的ではなかったと考えられる。

すなわち1950年代の教科間結合は、科学技術革命の時代における自然科学の特質を教授学習過程に反映させるものではあったが、しかしそれは自然の総合的理解を直接目指したのではなく、むしろ各分科科学の基礎を生徒に効果的・効率的に習得させるためのものであった。このことは、また当時の旧ソ連邦において科学技術が重視され、分科理科教育体制の下で生徒における科学の基礎の習得が何よりも重視されていたこと、そして教科間結合もそのような状況から直接に大きな影響を受けていたことを示すものであろう。

X おわりに

1950年代に本格的に研究と実践が開始された教科間結合には、さまざまな狙いや機能が期待されていたが、その実践例の多くでは専ら個別知識や概念の効果的・効率的な習得が目指され、また教科間結合の意味するものも必ずしも一つではなかった。このことは、教科間結合が特定の理論から発生したものではなく、むしろ科学の基礎を重視した実践の中でその有用性を認められてきたものであることを示しているように思われる。今後、このような教科間結合のその後の発展について明らかにしていく予定である。

主要引用・参考文献

- 1) В. Н. федорова, Д. М. Кирюшкин, Межпредметные связи, Педагогика, Москва, 1972, стр. 17-18.
- 2) Г. П. Давыдовский, О связи преподавания физики и химии, Физика в школе, No. 2, 1952, стр. 43-48.
- 3) А. М. Тюрина, Опыт работы методической комиссии учителей физики и химии, Химия в школе, No. 2, 1952, стр. 57-58.
- 4) Г. К. Юрков, К вопросу о связи между курсами химии и физики в средней школе, Химия в школе, No. 3, 1952, стр. 48-52.
- 5) Л. А. Цветков, О связи преподавания физики и химии в школе, Известия АПН РСФСР, No. 56, 1954, стр. 69-102.
- 6) Н. М. Верзилин, О. В. Казакова, В. М. Корсунская, Н. А. Рыков, Н. Л. Соколов, А. П. Медовая, И. Д. Зверев, Развитие биологических понятий в V-K классах, Известия АПН РСФСР, No. 82, 1956.
- 7) За усиление связи физики с другими учебными предметами, Физика в школе, No. 2, 1957, стр. 3-7.
- 8) Т. Я. Слуцкая, Опыт осуществления связи курса физики с машиноведением и электротехникой, физика в школе, No. 3, 1957, стр. 65-67.
- 9) Н. П. Твердовский, О связи преподавания химии с физикой, Химия в школе, No. 3, 1957, стр. 22-25.
- 10) Т. П. Комова, О связи преподавания химии с биологией, Химия в школе, No. 3, 1957, стр. 61-67.
- 11) Г. Н. Гацко, Связь преподавания химии с биологией и практикумами по сельскому хозяйству, Химия в школе, No. 6, 1957, стр. 53-60.
- 12) Ш. И. Ганелин, Н. К. Крупская о связи между отдельными учебными предметами, Советская педагогика, No. 6, 1959, стр. 46-51.

- 13) Под редакцией В. Ф. Юськовича, О преподавании физики в школе в 1959/60 учебном году, Издательство АПН РСФСР, Москва, 1959.
- 14) ソビエト教育科学アカデミヤ版, ソビエト教育学会編訳『ソビエト教育科学辞典』明治図書, 1963, p.177.
- 15) А. П. Медовая, О преемственности преподавания естествознания в IV и V классах, Естествознания в школе, No.5, 1952, стр. 50-55.
- 16) Б. Г. Ананьев, О преемственности в обучении, Советская педагогика, No.2, 1953, стр. 23-35.
- 17) Н. М. Верзилин и др., 前掲書, стр. 52.
- 18) Под ред. И. А. Каирова, Н. К. Гончарова, Б. П. Есипова, Л. В. Занкова, Педагогика, Учпедгиз, Москва, 1956, стр. 23.
- 19) 山路裕昭著「旧ソ連邦の中等理科教育における教科間結合に関する研究—1930年代の中等分科理科教育の成立と教科間の関連性—」『長崎大学教育学部紀要 教科教育学』No.32, 1999, pp.43-57.
- 20) 山路裕昭著「旧ソ連邦の中等理科教育における教科間結合に関する研究—第二次世界大戦後の科学と教育—」『長崎大学教育学部紀要 教科教育学』No.36, 2001, pp.17-31.