

フランスの高等学校の選択教科「科学と実験室」について

角島 誠*

(令和3年8月30日受付)

On the elective subject “Sciences et Laboratoires” in upper secondary school in France

Makoto KADOSHIMA

(Received Aug.30, 2021)

概要

フランスの高校1年では、選択教科として「科学と実験室」という教科が設置されている。設置そのものは、2010年度のカリキュラムからであり、現行の2019年度の新カリキュラムにも引き継がれている。本報告では学習指導要領をはじめ国民教育省のリソースやその他ホームページなどを資料として、この教科の特徴を以下のように描き出した。・教科固有の体系的な知識の積み上げが求められない。・操作や関心といったことが重要であるとアピールされている。・テーマにじっくり取り組み、自律性が養われる。・進路未決定の高校1年でありながら実質理系生徒を対象としている。・科学的アプローチが強調されかつプロジェクト・アプローチも唱えられるなど求められるアプローチが重層している。・物理・化学の教員が担当する。・新カリの科学的アプローチのコンピテンスは容易にチェックしやすい表現にブラッシュアップされている。・既存の科学系の教科で十分に補えない実験科学の実験的活動の本質的なものを補完する教科であるといえる。・知識の積み上げでない教科を性格づける枠組みとしての技術教育という括り方が、既存の教科の新たな補完の在り方を可能としている。

キーワード：理科教育、科学教育、高等学校、フランス、科学と実験室、物理、化学

1. はじめに

フランスの高校1年では、選択教科（注1）として「科学と実験室 Sciences et Laboratoires」（以下、SL）という教科（注2）が設置されている。設置そのものは、2010年度の学習指導要領 programme によるカリキュラム（以下、旧カリ）からであり、現行の2019年度の学習指導要領によるカリキュラム（以下、新カリ）にも引き継がれている。この教科の中身や展開方法などはいわゆる従来の科学系の教科（注3）である物理・化学、生命と地球の科学（以下、SVT）とはかなり性格が異なるようである。旧カリよりこの教科が設置されている背景なども踏まえると、日本の理科教育のありよう、そして理科において実験を行うことの意味を改めて捉えることに示唆の富んだものと思わ

れる。

本報告では、この教科の設置の文脈であり背景、本教科の概要を、学習指導要領をはじめ国民教育省のリソースやその他ホームページなどを資料として踏まえ、かついくつかの視点から考察を加え、特徴を描き出す。

1. カリキュラムの概要とフランスの高校1年

旧カリ、新カリのいずれにおいても高校1年の位置づけは高校2年以降の専門性を決めていくための学年であることには変わりはない。

ただ、旧カリ、新カリの高校2年以降ならびに中等教育修了資格と高等教育入学資格を兼ねる国家資格であるバカロレア試験のありようは大きく変化している¹⁾。

旧カリでは、高校2年からそれぞれ取得するバカロレア

* 初等中等教育研究センター、ICTセンター、広島工業大学生命学部食品生命科学科

の種類に応じたコースに分かれていた。普通コースであるなら、文学系 L、経済・社会系 ES、理系 S の 3 コースに分かれ、コース選択=指定カリキュラムであり、そのカリキュラムで履修した教科の全てそのままがバカロレア試験の試験科目であった。このバカロレア試験の大改革が行われ、当日試験が実施される教科が大幅に削減され、その他教科は内申・継続評価という形となり、バカロレアのコースは廃止され、高校 2 年以降は共通教育に加えて目指す進路に応じて教科を選択していく方式となった。新カリはこのバカロレア改革と一体ですすめられた。

そして、高校 1 年のみに注目して、新旧のカリキュラムを比較したのが表 1 である。

表 1 (注 4)

2010年度～			2019年度～ 現行		
	授業名	時間/週		授業名	時間/週
共通教育	フランス語	4	共通教育	フランス語	4
	歴史・地理	3		歴史・地理	3
	外国語1と2	5.5		外国語1と2	5.5
				経済と社会科学	1.5
	数学	4		数学	4
	物理・化学	3		物理・化学	3
	SVT	1.5		SVT	1.5
	体育	2		体育	2
	倫理と市民教育	0.5		倫理と市民教育	年に18時間
				デジタル科学とテクノロジー	1.5
	個別支援 AP	2		個別支援 AP	
	クラスの時間	年に10時間		クラスの時間	
				進路選択支援	最大54時間
探求学習	古代の文化と言語：ラテン語	3	普通教育から1つ 技術教育から1つ	古代の文化と言語：ラテン語	3
	古代の言語と文化：ギリシャ語	3		古代の言語と文化：ギリシャ語	3
	外国語3	3		外国語3	3
				手話	3
				芸術	3
				体育	3
	経済と社会科学	1.5			
	経済と管理の基本原理	1.5		経営と管理	1.5
	健康と社会	1.5		健康と社会	1.5
	バイオテクノロジー	1.5		バイオテクノロジー	1.5
	科学と実験室 SL	1.5		科学と実験室 SL	1.5
	エンジニアの科学	1.5		エンジニアの科学	1.5
	技術的な創造と革新	1.5		技術的な創造と革新	1.5
		創造と文化 デザイン	6		
科学の方法と実践	1.5				
文学と社会	1.5				

※斜体強調文字の経済系のどちらかを1つ選択した上で、それ以外の教科を1つ選択。

旧カリでは、表 1 の左側に示す探求学習 enseignement d'exploration との名称で括られる選択教科の中から、強調文字で示された経済系の 2 つの教科の内どちらかを選択し、後は他の選択教科から 1 つを選択するというものであった。新カリでは、旧カリの探求学習の中にあつた「経済と社会科学」が共通教育に組み込まれて必修となり、更に「デジタル科学とテクノロジー」という教科が新設・必修となった。このため、共通教育が 3 時間分増加した。それをうけてか、旧カリでは 2 時間の配当を受けていた、生

徒個々に対する学習支援を行うよう設定されていた「個別支援 Accompagnement Personnalisé」については、生徒事情に拠るとして時間は指定されず、またクラスの時間も年いくらかとも明記されなくなった。

その代わりに、学校の実態に即し年間最大 54 時間という枠で、進路選択支援 Accompagnement au choix d'orientation という時間が設置されたことなど、この度の改革では進路指導に力点が置かれていることがうかがえる。この進路指導の時間をどのように展開していくかについては、A 4 40 ページの Vademecum - L'accompagnement à l'orientation au lycée général et technologique という進路指導授業指南書のようなものが国民教育省から出された。

さて、新カリでの選択教科の設置目的は以下の 3 つとされている⁽²⁾：

- ・生徒が新たな学問分野（知識や方法）を発見できるようにする。
- ・これらのコースがもたらす可能性のある専門的な活動を特定できるように指導する。
- ・高校 2 年での専門分野を選択できるように準備し、高等教育のコースの情報を提供する。

そして、旧カリでは普通教育 enseignement général とも技術教育 enseignement technologique とも分かれず、探求学習の名のもとに選択教育とだけされていたが、新カリの特徴は、技術教育と分類指定した枠からも選択を全員に要求していることである。いわゆる文系を志向する生徒も技術教育という名の枠の中のいずれかを選択しなければならない。多くの場合は「経営と管理」を選択すると思われる。分類の枠組みの名称は技術教育であるが、SL を選択したからといって、その後技術バカロレアのコースに進むことが条件づけられているわけではない。

その他、旧カリから新カリの移行にあたっては、科学系の教科に該当する選択教科の「科学の方法と実践 Méthodes et Pratiques Scientifiques, MPS」が抜けていることが指摘できる。

2. 「科学と実験室 SL」の概観

A. 学習指導要領から⁽³⁾

以下、新カリの SL の学習指導要領を概観してみる。

文中下線は全て筆者によるものである。

・教育の目標 Objectifs de l'enseignement

「実験科学 Les sciences expérimentales は、研究室や機関、企業が、現代社会で生じる科学的疑問に対する答えを見つけることを可能にする。実験科学は、生徒に様々な大きな問題を認識させ、それに客観的に対処する手段

を与える。今日では、複雑な状況を分析する能力や、科学が絡む社会的な選択の結果を分析する能力を、高校から育成 formation することは優先事項である。このようにして、科学的な質問をし、現実的な答えを想像し、アイデアから具体的な成果に移行するためのイニシアティブを取り、得られた結果が質問に応えているかを評価できるようになる。選択教育 l'enseignement optionnel の SL は、実験活動の中で科学的アプローチ démarche scientifique を持続的に実践する^(a)ことで、この要件を満たす。また、共同作業の中で、特に観察と測定に重点を置いて、問題に対応したプロジェクトを構築する能力を身につけることを目指している。そのためには、機器や実験手法を選択して使いこなす^(b)、その結果を活用することが必要である。正確な目的に導かれ、批判的な目で答えを分析すれば、科学的な精神の形成に役立つ。科学者（研究者、技術者、エンジニア）とのミーティング、研究室や企業への訪問、パートナーシップは、この授業を補完するのに有効である。科学分野でのキャリアやトレーニングを発見する機会を与え、科学技術教育の本質を理解してもらうことで、将来の学習計画を立てるのに役立つ。中学校での科学教育の継続性と高校の学習指導要領との整合性を考慮して、この授業では、知識、技能、文化の共通基盤のさまざまな領域のスキルや、中学で取り組んだこと、特に物理と化学のコンピテンスを動員して強化する。また、高校1年の物理・化学の学習指導要領で定義されている科学的アプローチのコンピテンs compétences^(c)にも拠る。」

下線(a), (c) : 科学的アプローチが具体的に何をさすかは、それを評価する観点に対応することであり、コンピテンスの評価である。具体的には後の「・評価」で示す。

下線(b): 後の「・ONISEP TV の動画から」で具体例を示す。

・教育のための手がかり

「この選択教育は、刺激的で革新的なテーマを提供し、プロジェクト・ダイナミクス dynamique de projet^(d)を促進する。このアプローチにより、自律性を段階的に発達させ、想像力と創造性を表現することができる。センサーやマイクロコントローラーの使用、表計算ソフトなどのデジタルツールの活用、データの取得と処理、シミュレーション、コーディングなどが推奨される。プロジェクト・アプローチ démarche de projet^(d)は、生徒の目標となる正確な課題設定を特定することから始まる。その中で、生徒たちは以下のことに導かれる：

- ・獲得した知識やノウハウを再投資するだけでなく、新しい知識やノウハウを見つけて獲得する。

- ・生徒全員がチームの中で積極的な役割を果たせるような、達成すべきすべてのタスクを特定し、実行する。
- ・自分の仕事について伝える。

この授業は、特に議論の練習を通して、オーラルスキルの向上に貢献する。^(e)それは、自分の考えを明確にし、納得してもらうために理由を説明することにつながる。このような学習形態は、科学的アプローチに関連したコンピテンスト、チームワークに関連したコンピテンスを強化する。」

下線(d) : プロジェクトの文言が出ている。新カリでは教科「物理・化学」においてもプロジェクト・アプローチが求められている。新バカロレア試験のグラントラル Grand Oral という口頭試験に向けてもプロジェクト・アプローチを機能させたいとのこともあり、理化教育の研究と革新グループ GRIESP (Groupe de Recherche et d'Innovation pour l'Enseignement des Sciences Physiques) がプロジェクト学習に関するそもそも論からの解説や事例資料を作成し、国民教育省のホームページ Éduscol に掲載している⁽⁴⁾。

科学的アプローチやら探求的アプローチなど様々なアプローチが唱えられてきたが、小学校中学校段階では馴染んできても、高等学校ではプロジェクト・アプローチは馴染みのないものである。GRIESP がそもそも論からの資料をつくっていることの裏返しは、現場はそもそも論からを必要とする状況であるといえる。

下線(e) : 新カリに対応するバカロレア試験では、高校2年3年での探求的な学びの成果を口頭で行うグラントラルとの名称の口頭試験が行われることになっており、このことを視野に入れた表現である。

・テーマ

「様々な分野を探求する explorer ために、教師は、学習指導要領で提案されたテーマの中から2～3のテーマを選択する。地域的な理由（パートナーシップ、学校の特殊性）により、上記の教育目標を目的としている限り、自由なテーマを選択することができる。この学習指導要領では、それぞれのテーマに沿って探求 exploration の道が提案されている。動員される知識や能力は、中学校や高校1年の共通教育で身につけたものをベースにしている。必要に応じて、この選択教育の枠内で知識を導入することができるが、生徒がどのような進路やコースを考えているかに関わらず、その知識は高校2年の進路に要求されるものではない^(f)。」

下線(f)：設定されたテーマの実験活動を行うには、その都度に必要な相応の知識が求められる。ただ、テーマの選択は学校ごとに異なり、その次の段階の教育を展開するにあたって一律共有な知識を求めることはそもそも不可能である。すなわち、従来の典型教科である物理・化学やSVTとは異なり、年間を通した知識の積み上げが求められているものではなく、従来の学びの中で何かとウエートを占めていた知識の積み上げから解放された展開が可能であることを説明している。

・評価

「生徒は、自分の学習をサポートし、自分のキャリアプランを定義するのに役立つ評価によって、実験的な文脈で問題を解決する能力を認識しなければならない。この評価は、普通・技術教育の高校1年の物理・化学の学習指導要領で確認された科学的アプローチのコンピテンスの表⁽⁵⁾に基づいている。また、教師は、生徒が自分の進歩を評価できるようにするために必要な要素を提供する。」

下線(g)：表2は、物理・化学の学習指導要領にて示されているコンピテンスの表である。

表2⁽⁵⁾ 評価のためのコンピテンス（新カリ）

コンピテンス	関連する能力の例
適切に整える S'approprier	・問題点を述べる ・調査した問題に関連する情報の検索と整理 ・状況を図で表す
分析する / 推論する Analyser / Raisonner	・仮説を立てる ・解決策を提案する ・タスクを計画する ・大きさのオーダーを評価する ・モデルや関連する法律を選択する ・プロトコルを選択し、開発し、正当化する ・モデルを使って予測する ・アナロジーを行う
実行する Réaliser	・プロセスの段階を実行する ・モデルを使う ・一般的な手順（計算、表現、データ収集など）を行う ・安全規則を守って実験プロトコルを実行する
検証する Valider	・批判的思考力を発揮し、妥当性のチェックを行う ・誤差の原因を特定し、不確かさを推定し、基準値と比較する ・モデルと実験結果比較対照する ・アプローチやモデルの改善点を提案する
コミュニケーションする Communiquer	文書ならびに口頭でも： ・合理的で総合的かつ首尾一貫した方法でアプローチを提示する ・適切な語彙を使用し、適切な表現モードを選択する ・級友間の交流

表3は、国民教育省から出された旧カリのSLのリソー

ス資料⁽⁶⁾にて示されたコンピテンスを表2の書式にあわせて筆者がまとめたものである。内容的には、AUTOと表記された「自律的でイニシアティブを発揮する」としたものが新カリでは削除され、「分析する」に「推論する」が付加された形になるなど変化がある。また具体的な例の表現も、新カリになるとより容易にチェックしやすい表現にブラッシュアップされていることがうかがえる。

旧カリでは、こういったコンピテンスの全体を一人一人に対してどうやって評価するのか、といったことに対し、表3のようなものをチェック表にしたものを示し、「生徒は実験のトレーニングの目的を適切に把握し、形成的評価の枠組みの中で自分の成長を測定することができる」とした。

ここで、コンピテンスをAPP、REA、ANA…と表記しており、先のリソース資料ではこれらコンピテンスの表現を用いた授業の展開例も示された。（後述）

そういったことを10年経て、このたびの新カリで示されたものは洗練されたものとなっているといえる。

表3 評価のためのコンピテンス（旧カリ）

コンピテンス	関連する能力の例
適切に整える APP S'approprier	・与えられた指示に従って動く ・入手可能な情報に対して批判的で思慮深い態度をとる
実行する REA Réaliser	・実験プロトコルを実装するための計画を立てるか完成させる ・プロトコルに従った実験装置をセットする ・安全規則を遵守する ・ある種の技術的な挙動を習得する ・現象を観察し、描写する
分析する ANA Analyser	・適切なモデルを考え、選び、使用する ・プロトコルを提案および/または正当化し、関連するパラメーターを同定する ・測定装置の使用条件を定義し、プロトコルに対応した精度の条件で、実験装置の実装と調整を行う ・現象を観察し、描写する
検証する VAL Valider	・実験データから情報を抽出し、それを利用する ・単一の測定または一連の測定の不確かさを推定する ・モデルと実験結果の突合せ：得られた結果と期待した結果との整合性を確認する ・すべての結果を批判的に分析し、アプローチやモデルを改善するための提案をする
コミュニケーションする COM Communiquer	・文書で報告する ・口頭で報告する
自律的でイニシアティブを発揮する AUTO Etre Autonome, Faire preuve d'initiative	・個人やグループのプロジェクトに参加する ・イニシアティブをとり、決断を下し、予測する ・自律して取り組む travailler ・チームで取り組む travailler ・好奇心と創造力を発揮する mobiliser

・テーマと内容について

以下の7つのテーマについて、表4のような内容が示されている。

- ・地球の大気

- ・自然資源の利用
- ・混合物と配合
- ・危険防止
- ・警察の捜査
- ・アート
- ・自動化システム

表4 科学と実験室 テーマと内容

地球の大気		危険防止	
空気	- 空気質、汚染 - 酸欠症	家庭・産業廃棄物	- 選別、分離技術 - 排水処理 - 貯蔵
日射	- 虹、ハロー - 温室効果 - 日焼け止め	化学的・生物学的リスクの防止	- 無菌操作の技術 - フィルター、活性炭、集塵機 - 家庭内製品とリスク
気象学	- 大気現象、雨、雪、サイクロン - 天気予報	化学と環境	- 揮発性有機化合物 - グリーンソルベント - 生体分子
地圏・大気圏の結合	- 水の循環 - 海洋と大気とのガス交換 - 海と大気のエネギー交換	安全性と波動	- ラジオグラフィ - 放射能 - 音響、ノイズレベル - 携帯電話
自然資源の利用		警察の捜査	
水	- 水質、水処理 - 脱塩	予防と対策	- 光検出 - 警報 - 入室管理装置 - 保護材
再生可能なエネルギー資源	- 太陽エネルギー、太陽電池、ソーラーフックカー、湯沸かし - 風力と水力のエネルギー - バイオマス	証拠の調査	- 物質の識別 - マイクロアナリシス - 弾道
農業資源、生産と利用	- 天然物質の抽出 - 糖分、油分、植物性タンパク質 - 活性原理、半合成、薬 - 香水やエッセンシャルオイル - 植物検疫製品、染料 - アグロフェユル、バイオポリマー	鑑識	- 音声認識 - 人間の識別 - 画像処理
混合物と配合		アート	
香水と化粧品	- 溶剤 - テクスチャー - エマルジョンと粉末 - エッセンシャルオイル - クロマトグラフィー	視覚芸術	- 材料、顔料、染料 - 年代測定、劣化、修復 - 色の合成と絵画技法
薬	- 有効成分、賦形剤 - カプセル化 - ナノ粒子	音楽	- 楽器、声 - アクティブな音響、残響 - 録音（エンコード、サンプリング） - 音の分析と処理
食品添加物	- 甘味料 - 防腐剤と抗酸化剤 - 染料 - アロマ - 酸化剤	写真と映画	- 静止画、動画 - 白黒画像、カラー画像 - フィルム現像、モノクロプリント - デジタル画像、合成画像の処理
		自動化システム	
		交通手段	- 運転支援：センサー、マイクロコントローラー、規制 - 自動運転車、自動操縦 - 交通および交通規制
		居住	- パンプハウス、バイオクライマティックハウス、アクティブハウス - 照明 - ホームオートメーションシステム、ホームオートメーション - 予防と監視システム - 日常生活を支援するロボット

にクラス全員の前で発表しなければならない。また、選択したテーマの研究を支援するために、教育的な外出や科学者との会合を企画することも可能である。このコースは、科学に興味があり、物理や化学の法則を理解するための課題 *problématiques* に立ち向かいたいと考えている生徒を対象としている。」

下線(h)：新しい教科ができたときに誰が担当するかは重要な問題である。高校2年3年で展開される科学系の教科である「科学の教育 ES」⁽¹⁾については、その担当者が明確ではないなどの課題があった。テーマ「地球と大気」のように内容的にはSVTの地学領域のものもあるが、総じて物理・化学的な分析対象の内容であり、担当が明確であることは人事配置においてトラブルが起きない。

・生徒への紹介事例から

事例にあげるのは、オー＝ラン県にあるテオドール・デック総合高校 *Lycée Polyvalent Théodore Deck* のホームページにおいて示された記述である⁽⁸⁾。同校は普通コースと技術コースならびに職業コースを有する地方の小都市でよくみられる1つの学校で地域の様々な進路に対応できる総合高校 *Lycée Polyvalent* である。

以下の内容は、実質、高校入学予定者に対する説明内容である。

『この授業とはどんなものですか？

→物理学や化学の科学的知識に実践を通してアプローチし、研究室で使われる手法や技術を発見し、科学的アプローチの枠組みの中でノウハウを身につけることができる選択授業です。

どのような生徒に？

→この選択授業は、科学に興味があり、問題に対する厳密な答えを見つけるために実験を設計・実行することが好きな、高校1年のすべての生徒を対象としています。(注5)

どのような活動をしているのですか？

→この活動は、安全規則を遵守した上で、学校の科学センターの実習室で行われます。

この授業では、化学、物理ともに実践的な実験が重視されており、さまざまなテーマに沿って、さまざまな分野（染料、アロマ、水質、エマルジョン、ゲル化剤、接着剤、塗料、音響など）を探求することを目的としています。また、外部からの介入を伴うプロジェクトも提案できます（高校生を対象とした *Pierre Potier* 賞など）

そして、どんなことに役立ちますか？

→実験的アプローチで科学に取り組むことができるだけ

B. 展開の実際

・パリ大学区の表現から

旧カリキュラムの探求学習枠の中の選択教科の紹介として、パリ大学区が表現したものは⁽⁷⁾：

「SLの教育は、物理・化学系の教員が担当する。」^(h)実験的アプローチ *démarche expérimentale* に沿って少人数のグループでとり組む。教師がテーマや研究対象を紹介し、生徒は提示された問題について自分自身に問いかけ、文献調査を行い、実験を提案し、実行し、結果を分析し、最後

でなく、SL では以下のことが可能です：

- ・物理・化学の専門性に備えるための実践的なコンピテンスを強化すること
- ・科学分野での補完的なスキルを身につけること
- ・科学的で批判的な心を育てること
- ・研究者としてのセンスを磨くこと
- ・科学技術教育の本質を知らしめ、研究プロジェクトの構築に貢献すること

選択授業 SL の登録方法は？

→高校の登録時に選択教科として SL を申し込みます。』として、更に、「詳細はこちら」として、ONISEP TV の SL 紹介番組の URL⁽⁹⁾を示している。

ポイントは、高校2年から普通コースであれ技術コースであれ物理・化学を履修していく系統の進路を入学前の中学校終了段階で凡そ視野に入れておくことが求められていることである。

・ONISEP TV の動画から

テオドール・デック総合高校の SL の紹介にて参照するように示されたのが、進路指導に関わる情報提供を担う国立教育職業情報機構 (Office National d'Information Sur l'Enseignements et les Professions 以下、ONISEP) の、ONISEP TV であり、高校1年の選択教科の授業に関する動画も数々挙げられている。ここで、SL についての動画も掲載されている。動画の掲載は2014年であり、旧カリ下のものであるものの、現在も削除されることなく継続的に掲載されていることや、2021年現在の高校のホームページから視聴するように案内されていることから、内容の紹介として新旧で相違することないと判断されているのであろう。同じ教科としてその本質をうかがい知ることができる。

動画では、一つの実験室の中で、飴の中に入っている染料をカラムクロマトグラフィーの操作を用いて同定することや、超音波による隠された物体の推定、楽器 (パンフルート) の作成など複数の活動がそれぞれ別のグループで同時に展開されている様が、担当している二人の教師へのインタビューとともに映しだされている。

ここでの教師の言葉に本質的かつ特徴的な言葉が述べられている。以下、教師へのインタビューから：

- ・「SL は、操作する manipuler ことが好きで、私たちを取り巻く科学現象に好奇心を持つすべての生徒を対象としています」
- ・布で隠されたものを超音波で探る実験している生徒の状況を指して：「これにより、物理の概念に遊び心 ludique を持ってアプローチすることができます。ノートをとる学習というよりは、応用や発見を重視し

ています。科学が得意である必要はありません。ただただ、科学への関心 goût、そして 操作 manipulation への関心 goût を持ち、注意を払うことができ、他のものを発見したいという思いが必要です」

- ・「テクニックやどのように操作 manipuler しなければならないか、ふるまい geste などを少しずつ教えていきます。私たちが何よりも求めているのは、生徒たちが科学を続けたいと思ってくれることです」
- ・「年度当初には、生徒はあまり自律的ではありませんが、1年かけて大きな自律性を獲得していきます」(※下線は筆者による)

操作 (manipuler, manipulation) という言葉や、関心と訳を充てたが、好みとか意欲とかセンスといった意味合いをもつ言葉の goût が繰り返されている。

いわゆる知識、知識体系としての教育内容の積み上げや、学習成果としての知識・理解が要求されるわけではない。なぜなら、いわゆる日本の理科の分野として必要とされるべき知識・理解とその積み上げは、別時間に物理・化学や SVT の授業で展開されているからである。そうではなく、その義務とでもいうべき縛りから解放されて従来の科学系の教科ではできなかった種蒔きのようなことが展開できているといえ、だからこそゆったりとした「1年かけて大きな自律性を獲得」といった表現で結ばれていると考えられる。

・展開のための教材事例

この教科は、扱うことが定められた体系的な知識の積み上げが求められていない教科書が無い授業である。そのため、どのように展開するのか、2010年の旧カリ導入時に教材事例として A4 41ページのもので国民教育省から出された⁽⁶⁾。そこでは、展開のための授業計画の雛形書式が示され、その書式に則って、

- ・テーマ：情報とコミュニケーション
探求領域 (Domaine exploré)：デジタル画像
2時間授業の連続8回
- ・テーマ：地圏
探求領域：火山リスクの防止
1.5時間授業の連続10回
- ・テーマ：地球の大気
探求領域：水と空気、大気/地圏の結合
- ・テーマ：天然資源の利用
探求領域：水
3時間授業の連続5回

の4つの事例が示された。(注6)

旧カリの10年に渡る実施の中で、現場では様々な展開事例が開発されており、例えば、リヨン高等師範学校のサイ

ト¹⁰⁰では、それら開発教材事例が示されている。

3. 視点

a. 技術教育という括り～ *technologique* の意味合い

表1に示した新カリにおける選択の分類において、普通教育 *enseignement général*、技術教育 *enseignement technologique* との表現が用いられている。

仏語の *technologie*, *technologique* を訳す場合、どうしても技術、工業といった単語に対応させてしまうことから教育の場面では、日本でいう工業科のイメージに近いものを連想させてしまう。

ただ、1970年代に中学校では理科に相当する教科名がテクノロジー *technologie* であったりするなど¹⁰¹、語感に幅があると踏まえて捉えてみる必要がある。

このたびの選択教育において普通教育に分類されたものは古典語・言語、芸術、体育といったもので、フランスにおいて古くから横たわる一般教養 *culture générale* の語感 *générale* に対応するものといえよう。これに対し、現実社会に具体的に対応する分野である経営、科学…といったものを技術教育 *enseignement technologique* と括っている。辞書的な意味では技術教育と訳して何ら問題なく同じ意味とはなるが、語感からすると、現実の課題解決に対応する術（すべ）の教育という捉え方が適しているといえよう。

「科学と実験室」の特徴は、進路という大枠の観点の中にある高校1年の選択教科であるという性格に負うところはいうまでもないが、一つの科学系の教科として捉えたとき、どうだろうか。固有の知識やその知識の積み上げと理解は求められるものでなく、ONISEPの動画にあったような操作 *manipuler*, *manipulation* や、関心 *goût* が強調され、術（すべ）の教育という括りがなされていることでその性格を改めて認識することができる。

翻って物理・化学とSVTは、科学的アプローチの習得のみならずこれら教科に固有の知識であり体系だった知識の積み上げと理解が求められる。全員必修の共通教育として、科学系の教科としてその立場を確保していることにおいて、改めてその分野に固有の知識体系が必要条件であることを確認することができる。

b. 2010年代のフランスの科学教育という座標に照らして

以下、2010年代に出された2つの資料を参考に2010年代におけるフランスの科学教育の状況に照らし、SLの性格を捉えてみる。

資料の1つは、「実験的活動：教育の課題 2011.10 総視学局 大臣へのレポート 2017修正版」¹⁰²として（以下、レポート）総視学局より出されたレポートである。タイト

ルがまさに「実験的活動」であり、実験科学の教科として実験をどのように教育の中で位置づけ実施するかにフォーカスしたレポートである。19世紀から200年に渡るフランスの科学教育の変遷の小史が触れられ、その果ての現在の小学校から大学まで、高校では普通コース、技術コース、職業コースなどすべての段階と幅での実験的活動に関する状況と課題が網羅され提案がされている報告書である。

小史から普通教育の高校の理化教育（物理・化学）に関する要点を拾うなら、1902年に普通教育として位置づき、実習 *exercices pratiques* が制度として導入されたこと、その後の取組を経て筆記試験が前提のパカロレア試験に対し、1990年に筆記試験ながら実験的場面を取り入れた問題を配点割合を指定して入れ込み、いよいよ2003年にパカロレア試験において筆記試験とともに実験実技の試験の実施を制度化し20年近く実施してきているということである。

19世紀の初頭以来、この間、同教科の実験的性格が改革のたびに繰り返し強調され、その制度的な徹底のためには試験制度への実験の導入であり、昨今では目的に合う試験として成立するためにはその評価の仕方の模索であったと今日における課題につなげている。

それは、今日ではコンピテンスの評価である。高校3年を終えた段階で身に付けておくべき実験に関する能力に向けて、高校1年から3年間かけてどういった評価を構築しかつ実施可能なものとするかである。

そのため、理化教育の研究と革新グループ GRIESP によって、2年間にわたる実証実験が行われ、そこでの課題や指摘が示されている。旧カリの高校1年のSLも物理・化学と共に表3のコンピテンチェック表を活用しての実証実験が行われた。そして、「教師と生徒の間の「信頼の契約」という考えが明確に出てきた。私たちは生徒のコミットメントを期待している。先生が1時間中、評価表を持って教室を歩き回るようなことはしたくない。その代わりに、教師は目標とするコンピテンスの習得が最も遅れている生徒に焦点を当て、より進んだ生徒が自主的に学習することが望まれる。」といった報告もなされた。表3の形成評価としてのありように対して「信頼の契約」という言葉に収斂されているなどすぐれた指摘といえる。一方で、表3で示されたコンピテンスのAPPとANAの境界が不明瞭であるなど課題も指摘されている。

もう一つの資料が、Boilevin (2017)¹⁰³による「探求的アプローチ *La démarche d'investigation*：単なる流行りか、それとも新しい科学教育の方法か？」と題された論文であり、フランスの探求的な学びと科学教育の状況と課題がまとめられている。

ここで、探究に基づく科学教育 (*ESFI l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation*) を定義する真のこ

ンセンサスは世界的にも得られていな中、フランスにも導入され、フランスの科学系の教科のカリキュラムに「探求的アプローチ la démarche d'investigation」が登場したことで、教師の実践と専門知識が問われている状況であるとしている。そして、「探求的アプローチ」は、諸々の規定や教室での実践に混乱をもたらしている状況とも指摘している。

高校に関しては2010年度からの旧カリの高校1年の物理・化学の学習指導要領では、探求的アプローチと呼ばれる教育的アプローチを、科学的アプローチや実験的アプローチと区別し、高校2年と高校3年では、科学的アプローチと実験的アプローチの間にある種の混乱があると指摘している。

この指摘の後に出された新カリでは、先に触れたようにプロジェクト・アプローチ démarche de projet が唱えられ、更には新バカロレアの口頭試験に備えたオーラルスキル向上も求められるなど新しいことが重層している。

コンピテンスの評価とか探求的な学びといった日本もその渦中にある大きな潮流の中にフランスもあることが伺え、模索が続けられている状況にあるといえる。

角島が報告してきた2010年代の一連の状況にも、誤差や測定値に関する扱いに関して不確かさの概念を導入するなど測定にしっかり留意すべきとした実験に臨む姿勢を益々問うかのように取り組んできたこと⁴⁴、展開方法や担当教員の配置の問題を抱えながらも文系・理系全員が高校2年高校3年と必修として履修すべき教科として「科学の教育ES」が刷新されてきたこと⁽¹⁾などにも、科学教育関係のものが大きくうねっている様子がうかがえる。

ただ、実験科学としての性格を試験制度や学習の現場に落とし込み制度化していくことに、課題を抱えながらも邁進し実現していく一貫とした姿がそこにあるといえる。

そして、新カリのSLの学習指導要領の目的の文章の出だしが、「実験科学は…」とあることは、SLがこの歴史的文脈のフロントラインにあることを何よりも物語る。

高校1年での選択教育というカリキュラム上の大枠が設けられたことに伴い設定された教科であるとはいえ、SLは200年に渡るフランスの科学教育の文脈の先端に位置する。教科名に「実験室」の単語が入り込み、系統的な知識の積み上げではなく、しっかりと手を動かす操作が強調されじっくりテーマに取り組めるなど、のびのびとした形で実験科学の「実験」をより具体的な形として落とし込んだものといえ、既存の物理・化学やSVTでは実現することができなかったものを補完する教科といえる。

c. その他

同教科は主として物理・化学の教員によって展開される。フランスでは物理・化学が1つの教科であり教師は物理と化学の両方を教えることになっている。こういった背景もSLのような教科の展開のしやすさの背景要因としてあげられよう。

まとめ

以上を踏まえ、SLの特徴を箇条書きでまとめる。

- ・教科固有の体系的な知識の積み上げが求められない。
- ・操作や関心といったことが重要であるとアピールされている。
- ・1.5単位授業でありテーマにじっくり取り組み、自律性が養われる。
- ・高校入学前の段階で高校2年生以降の進路を凡そ見据えての選択となっている実態など、進路未決定の高校1年でありながら実質理系生徒を対象としている。
- ・SLには限らないが科学的アプローチが強調されかつプロジェクト・アプローチも唱えられるなど求められるアプローチが重層している。
- ・物理・化学の教員が担当する。
- ・新カリの科学的アプローチのコンピテンスは旧カリと比べて容易にチェックしやすい表現にブラッシュアップされている。
- ・選択教科枠という大枠が設けられてのことではあるが、既存の科学系の教科で十分に補えない実験科学の実験的活動の本質的なものを補完する教科であるといえる。
- ・知識の積み上げでない教科を性格づける枠組みとしての技術教育という括り方が、既存の教科の新たな補完の在り方を可能としている。

おわりに

探求とかコンピテンス（日本の場合、資質・能力）といったことが押し寄せる状況の中、理科教育も諸々の影響を受けていることは日本もフランスも表面的には同じように映る。

積み上げ的な知識体系が求められないという側面に着目し、かつ細かいことは度外視して、敢えてSLに近いものを日本で指摘するならば、1単位の「理数探求基礎」であろうか。ただ、実際のどの程度の割合の学校において開設となるであろうか。大学入学共通テストの物理や化学の受験者数と比して、手を動かす操作の重要性にも象徴される実験科学の学びをしっかりと享受できる履修者数はどれほどになるだろうか。

日仏の教育制度の大枠という壁はあるにせよ、科学を生み出し学校教育の中に教科として位置づけ、19世紀初頭以

来、21世紀になっても実験科学というアイデンティティをより多くの生徒が実感できるように課題を抱えながらも具現化していっているという同国の取組の力強さを、SLに見た特徴を通して垣間見たように感想するが、どうであろうか。

さて、本報告では、新カリでの高校1年から3年までの物理・化学、SVTの内容や状況と十分に突き合わせていないこと、探求という軸で新バカロレアに関わること、中学校での学びとのつながり、錯綜する諸々のアプローチの状況など、大きな変化が次々ともたらされている状況下、扱いきれていないこと山積である。今後の課題としたい。

文献

- (1) 角島 誠 (2021) 「フランスの高等学校 教科「科学の教育 ES」について」『広島工業大学紀要教育編』第20巻 pp.53-62
- (2) <https://eduscol.education.fr/633/seconde-generale-et-technologique>
- (3) MENE1901637A Arrêté du 17-1-2019 - J.O. du 20-1-2019 MENJ - DGESCO MAF 1
Annexe Programme d'enseignement optionnel de sciences et laboratoire de seconde générale et technologique
https://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/63/3/spe637_annexe_1062633.pdf
- (4) 2019-2020 - La place de l'oral dans la formation à la démarche de projet en physique-chimie
<https://eduscol.education.fr/225/recherche-et-innovation-en-physique-chimie>
- (5) MENE1901634A Arrêté du 17-1-2019 - J.O. du 20-1-2019 MENJ - DGESCO MAF 1
Annexe Programme de physique-chimie de seconde générale et technologique
https://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/98/9/spe634_annexe_1062989.pdf
- (6) Ressources pour la classe de seconde générale et technologique Sciences et laboratoire Enseignement d'exploration
https://media.eduscol.education.fr/file/SL/08/4/LyceesGT_Ressources_2_Exploration_Sciences-Labo_147084.pdf
- (7) https://www.ac-paris.fr/serail/jcms/s6_179646/fr/enseignements-d-exploration-en-classe-de-seconde
- (8) http://www.lyceedeck.fr/index.php?id_menu=132
- (9) <https://oniseptv.onisep.fr/onv/enseignement-optionnel-de-seconde-sciences-et-laboratoire-2>
- (10) <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/programmes/programmes-de-seconde/programme-de-seconde-enseignement-sciences-et-laboratoire>
- (11) 戸北凱惟 (1984) 「現代フランス中等科学教育成立過程の研究 I：現代化について」『日本科学教育学会年会論文集』8(0), pp.252-253
- (12) Inspection générale de l'éducation nationale, 'Activités expérimentales : enjeux de formation' octobre 2011 N° 2011-111 Version corrigée 1.0-09/2017
- (13) Jean-Marie Boilevin (2017), 'La démarche d'investigation : simple effet de mode ou bien nouveau mode d'enseignement des sciences?', Epistémologie et didactique, pp.195-220
- (14) 角島 誠 (2020) 「日本の高等学校理科における誤差等の扱いについて～フランスの教科「物理・化学」を参考に」『広島工業大学紀要 教育編』第19巻 pp.127-136

注

- 注1～3) それぞれ「教科」と訳していることについて。選択科目とか科目「科学と実験室 ES」としても差し支えない性格の訳と思われるが、フランスでは理科という教科概念の下に、「物理基礎」「科学と人間」…といった理科科目があるということになっておらず、フランス語や数学と同列に物理・化学、SVTが discipline として並び、科学と実験室 ESについても同様に discipline との扱いとなっていることによることから、統一して教科として表現している。
- ただ、enseignement optionnel のように enseignement があてられ、教科であることを強調する必要が無い文脈の場合は選択教育のように教育と訳している。
- 注4)
- ・ Bulletin officiel spécial n° 1 du 4 février 2010, Annexe Classe de seconde générale et technologique
https://media.eduscol.education.fr/file/special_1/43/2/disciplines-et-horaires_136432.pdf
<https://eduscol.education.fr/633/seconde-generale-et-technologique>
- より筆者が作成。選択に伴う例外規則や農業系の選択教科や芸術の選択教科に関しては省略してある。
- 注5) 表1で示されたカリキュラムが適用されるのは普通・技術コースを前提とした高校1年であり、職業コースのカリキュラムは異なる。
- 注6) テーマ：天然資源の利用 探求領域：水 について、資料として以降に訳出している。尚、紙面

の都合上、4つの課題の内、課題4のみとしている。
内容の展開とそこで評価するコンピテンス（能力と態度
Capacités et Attitudes）の示し方に着目したい。

※ 掲載サイトの閲覧は2021年7月24日に最終確認

資料

テーマ：天然資源の利用 探求領域：水

3時間授業×5回

一般的な課題：貧しい国の何百万人もの人々が、安全でない水を飲むことで毎年亡くなっている。どのようにすれば、家で飲料水を手に入れることができるだろうか？

テーマの導入の場面：

- ・プレゼンテーション：この場面は、生徒に生命に不可欠な資源である水の問題を認識させるために、さまざまな新聞記事、ビデオ、テレビのレポートなどから紹介が可能である。

フォロー：

- ・すべての人が、より身近なところでは家庭で飲料水を手に入れることができるという大きな問題について、皆で疑問を投げかけ、調査の道筋を探るための討論が可能である。

これらのさまざまな質問は、たとえば、次の課題を中心に整理できる。

課題1：私たちはどんな水を飲むか？それらの違いは何か（源、味、内容）？

課題2：水質を測定し、その飲用性を証明する方法は？

課題3：なぜイオン軟水器が使用されるのか？ある種のデカンターにはある「イオン交換樹脂」に水道水を流すことのポイントは何だろうか？

課題4：汚染された水をどのように処理するか？

中学校で学習したことに関する注記：いくつかの水処理技術は、中1（沈殿、ろ過、蒸留）で、澄んだ水を得るといって問題ですでに触れている。澄んだ水が必ずしも純粋であることが示されていない。中1で、水溶液、溶媒水、溶質、溶存イオン、中3で、いくつかのイオン認識試験、pH測定を実施している。イオンを含む溶液の導電率を観察し、後者の役割を説明している。

成果物：さまざまな成果物が想像できるが、提案されるリストは網羅的ではない。

- この問題の認識を高め、飲料水の供給における科学とさまざまな人々（特に科学者）の役割を強調するためのポスターを作成する。
- 中学生向けに、飲料水について、また飲料水を飲む前にどのように入手してテストするかについて、図や写真を

添えた文章を作成する。……

課題1～課題3（省略）

課題4：汚染された水をどう処理するか？

活動4.1：汚染された水とは？

- ・様々な水質汚染についての文献調査。
- ・能力と態度：
APP：情報を検索、抽出、整理する。

活動4.2：硝酸塩を含む水を知るには？

- ・頻出する公害を調べる
- ・硝酸イオンの滴定は、カラースケールを作成してから分光光度法で行う。
- ・知識：硝酸イオン、カラースケール、分光光度計、光の吸収と吸光度

・能力と態度

REA：プロトコルに対応した実験装置を実装すること。

ANA：モデルを提案し、測定値を利用する（おそらくスプレッドシートを使用する）。

COM：文章で伝える。

活動4.3：汚染された水を処理するには？

- ・グループによる処理方法の選択、実験的テスト、物理化学的パラメータの測定によるこの方法の妥当性の確認。

・この方法をわかりやすく図解したポスターを作る

・能力と態度

AUTO：チームで作業をする、独立して作業をする。

AUTO：クリエイティビティを発揮する。

COM：文章で伝える（ポスター）。

活動4.4：そして、現実にはどのように機能しているのか？水処理に関わる職種にはどのようなものがあるか？

・浄水場や水道組合を訪問する。

選択された処理方法の貢献度や、関連した様々な職業やそれらへの進路などに焦点を当てた訪問。

・能力と態度：

AUTO：好奇心を駆り立てる。

まとめ：

獲得したスキル（知識、能力、態度）を強調する。

全体のまとめ：テーマの終わり

- 各グループが実施した活動と結論の「個人」プレゼンテーション（短いスライドショー）。

全体の結論：実施された活動により、一般的な問題のすべてまたは一部に以下のように答えることが可能である。家庭で飲み水を確保するのはもちろん、質の高い水を確保するには、市民一人ひとりの関与が必要であり、コストを考慮した処理方法の選択が求められる。汚染への対応ではなく予防に取り組むこと。