

日本の数学教育及び理科教育の戦略

1. 新学習指導要領の特色

学習指導要領の位置付け、改訂の基本的な考え方、理科の改訂

2. 理数科教育の充実に関する施策

国立教育政策研究所 教育課程研究センター 教育課程調査官

清 原 洋 一

1. 新学習指導要領の特色

学習指導要領

- ・日本の小学校、中学校、中等教育学校、高等学校、特別支援学校の各学校の教育課程編成の基準となるもの
- ・各教科・領域等における学習指導の目標、内容、授業時数、指導の配慮事項を定めている
- ・1958年の改訂以降、数回の改訂が行われている（ほぼ10年ごと）
- ・この基準を基に、各学校において教育を効果的に行うために、それぞれに創意工夫し教育活動が行われている

新学習指導要領

- ・新学習指導要領は、2008年及び2009年に告示された。
- ・新学習指導要領は、小学校および中学校の算数、数学および理科において、2009年から移行措置として部分的に実施された。
- ・小学校は、2011年度から全面実施。中学校は、2012年度から全面実施。高等学校の数学と理科については、2012年度の入学生から実施。

学習指導要領改訂の基本的な考え方

- ・改正教育基本法等を踏まえた学習指導要領改訂
- ・「生きる力」という理念の共有
- ・基礎的・基本的な知識・技能の習得
- ・思考力・判断力・表現力等の育成
- ・確かな学力を確立するための必要な時間数の確保
- ・学習意欲の向上や学習習慣の確立
- ・豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実

5

教育内容に関する主な改善事項

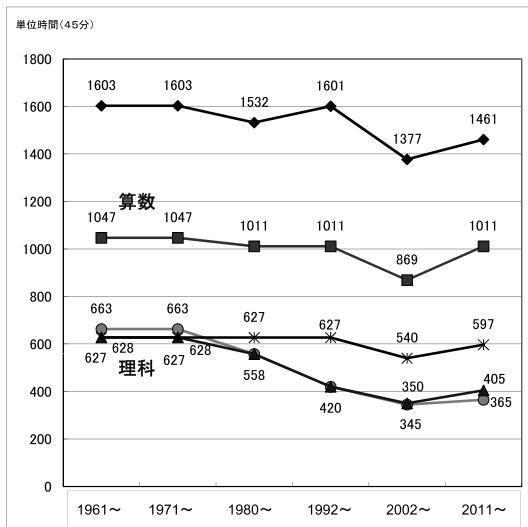
- 言語活動の充実
- 理数教育の充実
- 伝統・文化に関する教育の充実
- 道徳教育の充実
- 体験活動の充実
- 小学校段階における外国語活動(仮称)
- 社会の変化への対応の観点から教科等を横断して改善すべき事項
情報教育、環境教育、ものづくり、キャリア教育、食育、安全教育、など

6

小学校の授業時数

今回の改訂で

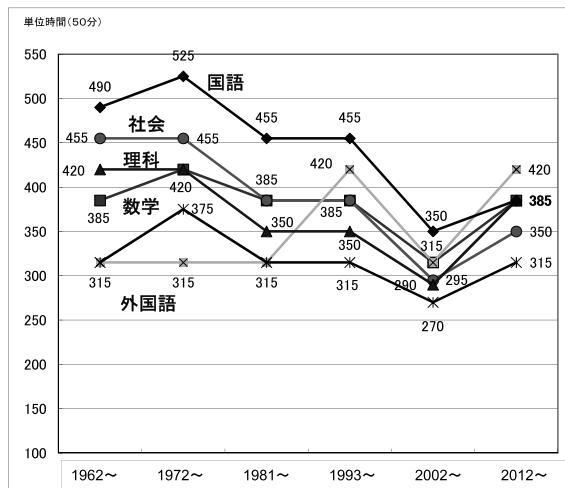
- ・ 小学校の総授業時数は、278時間増え5645時間に
- ・ 国語、社会、算数、理科、体育の授業時数が増加
- ・ 算数の授業時数は、142時間増え、1011時間に
- ・ 理科の授業時数(第3学年から第6学年まで)、55時間増え405時間に



中学校の授業時数

今回の改訂で

- ・ 中学校の総授業時数は、105時間増え3045時間に
- ・ 国語、社会、数学、理科、外国語、体育の授業時数が増加
- ・ 数学の授業時数は、70時間増え、385時間に
- ・ 理科の授業時数は、95時間増え385時間に



新学習指導要領理科

9

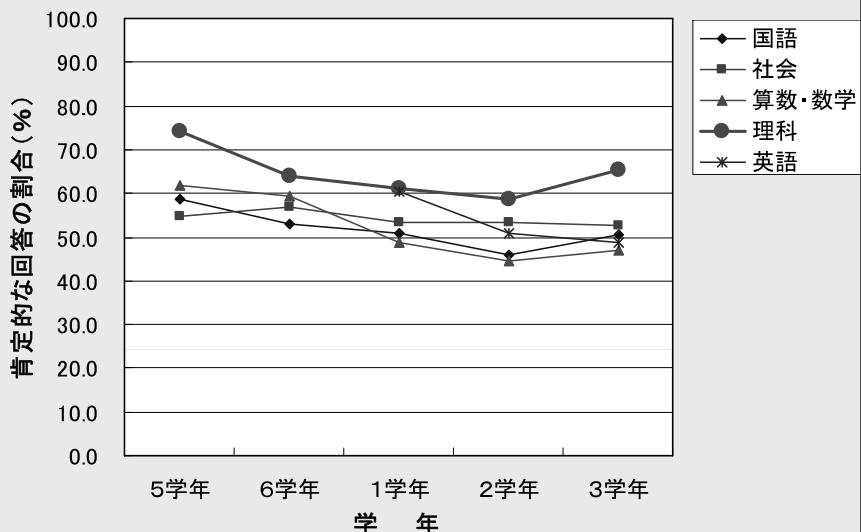
日本の理科教育における課題

- ・子どもの理科の学習に対する意識
- ・国民の科学に対する関心
- ・子どもの自然体験など
- ・基礎的な知識・理解
- ・科学的な思考力や表現力

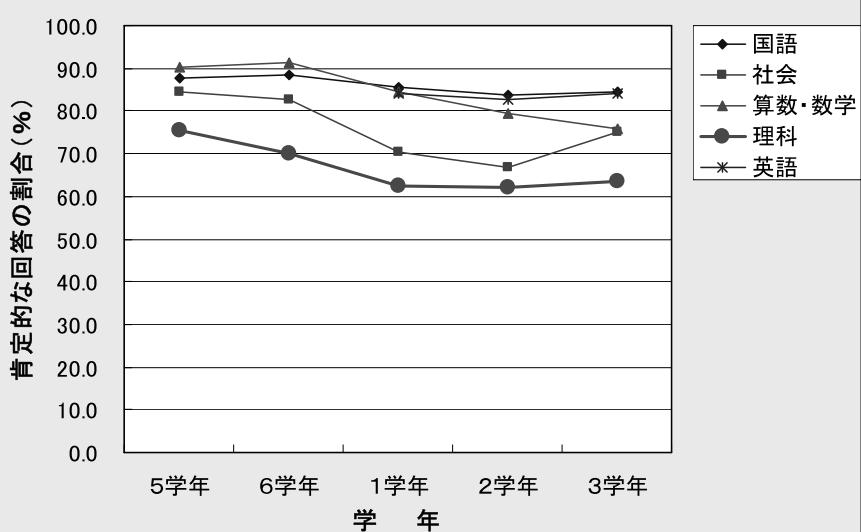
など

10

当該教科の勉強が好きだ(国内調査, 2004)



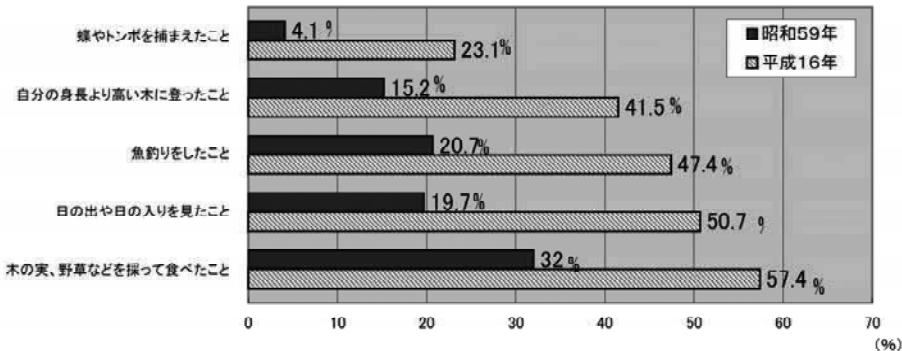
当該教科の勉強は大切だ(国内調査, 2004)



子どもたちの自然体験

「蝶やトンボを捕まえたこと」「自分の身長より高い木に登ったこと」などの体験を「1回もしたことがない」という子供の割合が大幅に増えている。

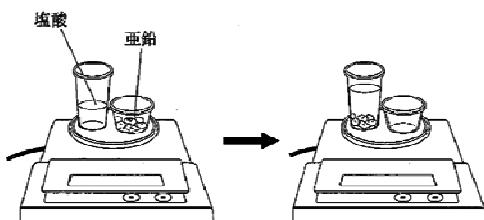
子どもたちの自然体験 1回もしたことがない



「子供たちの自然体験・生活体験等に関する調査研究」(青少年教育活動研究会)
「子どもたちの体験活動等に関する調査研究」(川村学園女子大学子ども調査研究チーム)

(2) 次に、明さんは図2のように塩酸と亜鉛を用いて、反応の前後の全体の質

容器にふたをしない状態で、塩酸と亜鉛を反応させた。反応
後の容器全体の質量を量ったら、質量が小さくなつた。
この理由を書く問題である。



生徒の反応

- ・発生した気体が逃げたといった趣旨で答えた生徒 ←正答
35.3%
- ・亜鉛が溶けたからといった趣旨で答えた生徒
13.9%

理科改訂の基本的な考え方

- 科学に関する基本的な見方や概念の一層の定着**
 - ・科学の基本的な見方や概念を柱に、構造化、充実
 - ・小・中・高等学校の接続の改善
- 科学的な思考力・表現力の育成**
 - ・目的意識をもった主体的で意欲的な観察、実験
 - ・科学的に探究する能力を育成
- 科学への関心を高め、科学を学ぶ意義や有用性を実感させる**

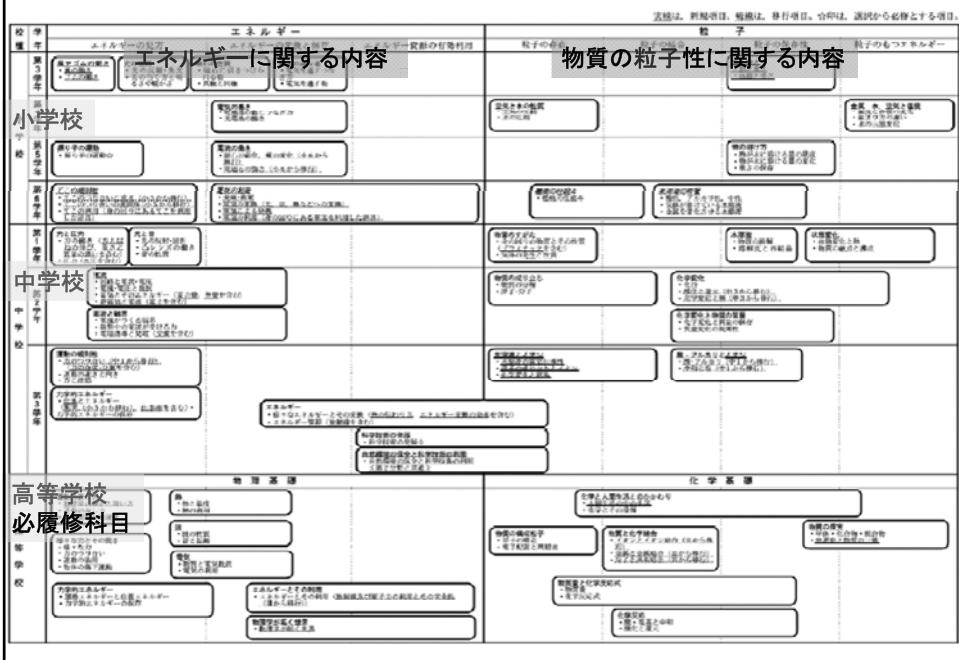
(課題)生徒が科学を学ぶ意義や有用性を実感していない

 - ・日常生活との関連を重視
- 科学的な体験、自然体験の充実を図ること**

(課題)自然体験などの不足

 - ・観察、実験の充実
 - ・ものづくりや自然体験などの充実

小・中・高等学校理科の学習のつながり①(エネルギー・粒子)



校 年	生 命		地 球
	生命に関する内容	地球に関する内容	
小学校	生命的現象 生物の多様性と共通性 生命的活動性 生物と環境のかかわり	地図の「内部」 地図の「外側」 地図の周辺	実験は、新規項目。複数は、尋ね項目。△印は、選択から必ず選ぶ項目。
中学校	生物の多様性 生物の構造 生物の活動性 生物と環境 生物の利用	生物の多様性 生物の構造 生物の活動性 生物と環境 生物の利用	実験の「内部」 ・太陽系上の主要な天体の歴史 ・太陽系上の主要な天体の特徴 実験の「外側」 ・天体の変遷 ・太陽系外銀河 実験の「周辺」 ・太陽系外銀河
高等学校 必修科目	生物多様性 生物の構造 生物の活動性 生物と環境 生物の利用	生物の多様性 生物の構造 生物の活動性 生物と環境 生物の利用	実験の「内部」 ・太陽系上の主要な天体の歴史 ・太陽系上の主要な天体の特徴 実験の「外側」 ・天体の変遷 ・太陽系外銀河 実験の「周辺」 ・太陽系外銀河

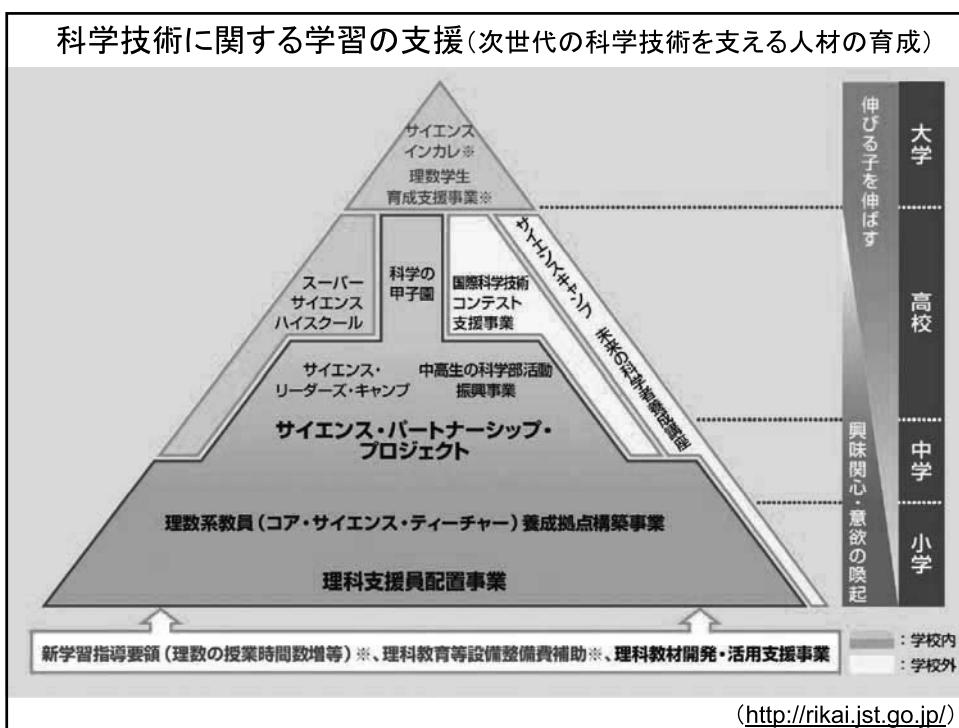
指導計画の作成と内容の取扱い(中学校の主な変更点)

- ・ 問題を見いだし観察、実験を計画する学習活動
- ・ 観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動
- ・ 科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動
- ・ 原理や法則の理解を深めるためのものづくり
- ・ 繼続的な観察や季節を変えての定点観測
- ・ 博物館や科学学習センターなどと積極的に連携、協力
- ・ 科学技術が日常生活や社会を豊かにしていることや安全性の向上に役立っていることに触れること。
- ・ 理科で学習することが様々な職業などと関係していることにも触れること。

改善のための重要な要素

2. 理数科教育の充実に関する施策

19



スーパーサイエンスハイスクール(SSH)

- 高等学校等において、
・先進的な理数教育を実施
・高大接続の在り方について大学との共同研究
・国際性を育むための取組
・創造性、独創性を高める指導方法、教材等の開発等の取組

など

(<http://rikai.jst.go.jp/>)



END

国際シンポジウム

10:15～13:15 テーマ1（理科教育）

「授業研究を通じた理科教師の専門的成長—PISA型リテラシーの育成を目指す授業を事例として」

コーディネーター

磯崎 哲夫（広島大学大学院教育学研究科 教授）

登壇者

【日本】大高 泉（筑波大学大学院人間総合科学研究科 教授）

「授業研究を通じた理科教師の専門的成長」

【中国】潘 苏东（華東師範大学物理系 教授）

「教育技能コンテスト：中国の科学教師における専門性発展の重要な方法について」

【韓国】Kim Beom-ki（韓国教員大学校 教授）

「韓国の科学教師の授業の専門性を高めるための方案」

【シンガポール】Poh Yong Beng（Pathlight School）

「授業研究に基づく生物のデータベース問題における生徒の解答能力を高める
科学教師の育成 —シンガポールの事例研究—」

□ □ テーマ1（理科教育）概要 □ □

初めに各国からテーマに関する報告があり、その後、それらの報告をもとにして討論が行われた。各国の報告と討論の概要は次のとおりである。

【日本】

教師の専門的成長のための研修として長い歴史をもつ「授業研究」について、その意義と課題が報告された。具体的には、公開授業研究会を例に、授業公開に向けた学習指導案の検討や改善といった教師同士の協同により、授業力が向上することの詳細が報告された。

【中国】

教師の専門的成長において重要な方法として、「教育技能コンテスト」について報告された。特に、この教育技能コンテストの特徴として、①教師同士の協力が必要であること、②専門家の指導が必要であること、③教育方法に関する省察力が鍛えられること、④準備期間が長く影響力が大きいこと、の4点について詳細に報告された。

【韓国】

教師の専門性を高めるための制度を中心に報告された。例えば、教師の採用には模擬授業での評価が重視されることや採用後は学期に2回の公開授業が義務づけられること、高い評価を受けた教師は研修の機会を与えられたりメンターとして他の教師を指導したりすることについて、具体例を挙げながら詳細な報告がなされた。

【シンガポール】

授業映像等の具体例を示しながら、授業分析の方法について報告された。特に、アクション・リサーチの手法を用いた授業研究を行うことにより、教師の指導法や指導内容に改善がみられ、専門的成長に大きく寄与していることが詳細に報告された。

【討論とまとめ】

各国の報告と会場からの質問をもとに、授業研究や教員研修の課題や今後のあり方について

討論され、教師の専門的成長には①長期的な視野に立ち、教員養成段階から教師能力の向上を考えていく必要がある、②科学的探究活動として、観察・実験だけでなく生徒同士のディスカッションも大切にしていく必要がある、③メンタリングシステム等を取り入れ、教師が協同して授業研究を行っていくことが重要である、という3点のまとめがなされた。

☆国際シンポジウム テーマ1（理科教育）の様子



14:00～17:00 テーマ2（数学教育）

「授業研究を通じた数学教師の専門的成长—PISA型リテラシーの育成を目指す授業を事例として」

コーディネーター

小山 正孝（広島大学大学院教育学研究科 教授）

登壇者

【日本】藤井 齊亮（東京学芸大学教育学部 教授）

「授業研究を推進する過程で見出された困難点」

【中国】汪 晓勤（華東師範大学数学系 教授）

「HPMと中学校数学教師の専門的成长：上海の1つの事例研究」

【韓国】Lew Hee-chan（韓国教員大学校 教授）

「代数的推論能力を育成するための授業研究の試み—教師・生徒・道具の関係—」

【シンガポール】Peggy Foo Pei Chie（Marshall Cavendish Institute）

「授業研究を通して数学教師の専門的成长を高める—シンガポールの事例研究—」

□ □ テーマ2（数学教育）概要 □ □

各国からテーマに関するプレゼンテーションがなされ、それらをもとに後半では各国登壇者および参加者を交えての討論がなされた。各国のプレゼンテーションの概要は以下の通りである。

【日本】

日本の授業研究が海外諸国から注目され、広まっていくのに伴い、授業研究に対する日本での捉え方と諸外国での捉え方とが違ってきており。たとえば、諸外国では授業研究は一種のワークショップとして捉えられており、何らかの答えを与えることから始まること、外部の専門家によって主導されること、研究が実践を豊かにすることなどの特徴がある。それに対して、日本では、何らかの疑問から始まること、参加者によって主導され、実践こそが研究であるといった特徴がある。そもそも日本では、授業研究は“空気”的であり、それが何であるかを同定することは難しい作業である。比較研究によって特徴を浮き彫りにすることは双方にとってメリットはあるのだが、「教師は授業で勝負する」の気概がなければ授業研究による授業の改善や教師の成長はうまくいかないであろう。

【中国】

数学教師の成長において、数学史を活用することは具体的な手立ての1つである。HPM (the History and Pedagogy of Mathematics) はそのような取り組みの一例である。数学史を学ぶことは、生徒だけではなく教師も数学的概念や定理の起源を学ぶことにつながる。HPMでは、数学史を数学授業に取り入れることにもいくつかの段階が考えられており、それはたとえば「九章算術」のような古来の数学書にある問題を教室に取り入れたり、歴史上の数学者の考えたアイデアを授業で実演したりすることである。これらの取り組みには当然のことながら個々もしくはグループによる生徒の活動が含まれており、数学学習に対する生徒の情意面の改善が期待される。また、本報告にあるように、HPMに基づく一人の教師の変化をみても、自らの指導サイクルを反省したり、生徒の誤りや誤概念を深く理解したりするなど、教師の専門的成长に

大きな効果がある。

【韓国】

PISA は日常場面に知識を活用することを強調しており、出題される問題は、いくつかの段階からなる推論によって解決されるものである。そして、達成度の違いは数学への生徒の態度が大きい要因であろう。生徒の態度形成においては、数学と他の諸科学との関連(Connection), コンピュータや操作具による活動ベースの操作(Operation), 問題解決プロセスにおける推論(Reasoning), 教室でのコミュニケーション(Communication)を通じた形成を強調したい。本報告では、第 10 学年の生徒による 2 つの正当化—経験的と演繹的—とが示されるが、それはグラフ表示機能を有する電卓を利用した代数的問題（注：関数式をグラフに表して特徴を探究する問題）の解決のなかで認められたものである。解決活動のなかで、生徒は前者から後者へと正当化を変化させたのだが、それは協同者(collaborator)および思考の促進者(thought-provoker)としての教師による働きかけの効果が大きい。この変化が起きるために、教師は生徒の活動を注意深く観察すると同時に、経験的に考えたことを数学的に説明したり正当化したりするよう生徒を促す必要がある。

【シンガポール】

PISA の成功を含む指導実践の改善には教師の高い質や専門性が求められ、充実した教師教育の必要性が認識されてきている。その具体化の一環として、教師のための専門的な学習共同体(Professional Learning Communities; PLC)があるのだが、それは生徒の学習、協同、データで成果を示すという 3 つの大きなアイデアに支えられている。授業研究は PLC がこれらのアイデアを応用できる協同的なツールの 1 つである。これは、研究テーマを設定した後、授業計画の作成、研究授業の実践、授業の議論、授業計画の改訂という流れで行われる。教師への質問紙調査から得られたこのような取り組みの成果としては、授業計画や実践を多様に考えることになること、生徒の理解を観察することになること、そして教材を注意深く選択することになることがある。これらのこととは、背景として教科や指導に対する知識の増大、生徒の状態を見取る力量の発達、長期的な目標に対して日常の実践を位置づけることが期待されており、種々の課題を含みつつも、教師の質を高めることに資している。

以上のプレゼンテーションの後になされた討論の概要は以下の通りである。

- 授業研究を進めるにあたって、日本ではどのような数学教育の理論があるのか(たとえば、ポリアの問題解決プロセス、現実的数学教育)。
→日本の授業は問題解決型、問題解決のプロセスを踏むものになっている。しかし、日本の特に中等学校の生徒は、数学と日常とはつながりがないものと考えているという課題がある。PME (Psychology of Mathematics Education) のような国際会議では、日本の授業研究の理論(の有無)について批判されることもある。
- ポリアの問題解決のプロセスは、授業で生徒が問題解決をするプロセスとして用いられているのか、それとも教師教育、授業研究のためのプロセスとして用いられているのか。
→単なる問題を解決するための方法ではなく、それは教師にとっての教授的な内容知識にもなっている。
- 授業研究ではどのようにして議論を深めるのか。
→理論の設定、理論から得られる仮説、KJ 法による仮説の検証、改善に向けての提案、特に授業観察時に生徒を観る役を定めておき、後の協議の資料とする。他にも、協議の際に自分の意見を明確にするために付箋を利用し、それらを教師の指導の善し悪し、子どもの学習の善し悪しの枠組みに位置づけて協議の資料とする。善し悪しは授業の目的に照らして判断される。

☆国際シンポジウム テーマ2（数学教育）の様子

