

授業力向上を目指すテレビ会議を利用した教員養成・研修のための 国際遠隔協同授業・ゼミナールの試み

守屋誠司
(京都教育大学)

An attempt at International Cooperative Distance Lecture and Seminar for teacher development in mathematics teachers and teacher trainees via teleconferencing

Seiji MORIYA

2008年11月30日受理

抄録：京都教育大学4回生・大学院1回生・現職教員とドイツ・Erlangen-Nürnberg大学生とで、テレビ会議を利用して国際遠隔協同ゼミナールを実施した。テーマは幾何教育として、日本は初等・中等教育の歴史、現状、課題、改善策について、ドイツは *Hauptschule* の現状と課題、改善策について発表した。この授業は教材研究力・プレゼンテーション力の向上につながった。なお、日本学生は机上での先行研究成果の発表であり、ドイツ学生は学校現場を投影した内容の発表となった。両国の教員養成カリキュラムの違いがあらわれる結果となった。

キーワード：国際遠隔協同授業・ゼミナール、テレビ会議、教員養成、幾何教育

I はじめに

テレビ会議システムとインターネットの普及で、リアルタイムで外国とも遠隔協同学習が簡単にできるようになった。しかし、恒常的にこれを行っている例は少なく、特に定期的に発信交流をし、教員養成課程の中に位置づけようとする試みはほとんどない。そこで、国際遠隔協同研究・会議(International Cooperative Distance Study and Conference)を指向するTV会議システムの教育利用の一環として、国際遠隔協同授業・ゼミナール(以後Dsと略記)を定期的実施するカリキュラムを構築する目的のための予備実験を行った。本稿では、教員を目指す日本の学生や現職の内地留学生・大学院生が、テレビ会議システムを使ってドイツの同じく教員を目指している学生・現職教員らと、教材研究や模擬授業の交流をすることで、両国学生の創造的な教育・研究活動が推進されるか否か、その効果について報告する。この研究は、現在問題となっている、教員の授業力向上を目指す教育方法の開発にも寄与できると考えている。

II 協同ゼミの実施内容

1. 研究の目的

- ①同世代による国際交流を通して、教材研究へのモチベーションや研究意欲が向上することを期待しているが、その程度を分析検討する。
- ②交流により、教材研究がどれほど深化するかを分析検討する。
- ③ドイツとの協同授業での特徴を明らかにする。

2. 協同授業の目的

- ①日本の幾何教育の歴史と現状、課題、解決のための先行授業について調査し、まとめ、理解する。

- ②ドイツの幾何教育の現状と課題，解決策を知る。
 ③英語力を含めたプレゼンテーション能力を向上させる。

3. 対象

日本側は，数学教育学を専攻とする大学院1回生3名，数学教育学を卒論としている「中等数学科教育IV」を受講している学部4回生4名，内地留学の中学校現職教員1名，ドイツからの学部留学生1名である。ドイツ側は，ハープトシューレ（Hauptschule，以後HSと略記）の教員免許取得を目指し，「学校幾何の基礎概念」を受講している4～6セミスタ生（日本の2/3回生に相当）4名である。双方の学生とも，TV会議による交信授業を初めて経験する。

4. 機器に関して

日本側は，Phoenix F（NTT社製）に付属の無指向性マイクロホン付スピーカ，プロジェクタ，ビデオカメラ，書画台カメラ，指向性マイクロホンを接続した最小構成として，大学の一般教室に設置した。ドイツ側も，無指向性マイクロホンを付けたTV会議システムに，プロジェクタとスピーカを接続した最小構成を一般教室に設置した。日本では，機器の設置や操作を参加者の大学院生が行った。ドイツでは，それらを大学の技術者が行った。

双方とも大学内のATMを利用し，通信速度を384kbpsとした。事前に接続テストした結果，このスピードで画像，音声ともに満足できるものであり，これ以上に速度を上げると音声がとぎれることがあった。守屋ら（2006）では，ドイツ側での音声環境が悪く，英語が聞き取りにくいという課題があったため，今回はスピーカを改善して対応した。

5. 授業の実際

この授業については，2006年11月に守屋が訪独した際にドイツ側の担当者ビーツ（Th.Weth）教授と2007年2月の実施を約束して，計画された。しかし，ドイツ側の事情により延期となったため，改めて，2007年11月にハートマン（M.Hartmann）博士（教授資格を有していて日本では准教授に該当される）を京都教育大学に招聘し，2008年6月末の実施に向けて打ち合わせをした。この計画にもとづき両国で2008年4月より授業と準備が始まった。

日本側は，中等数学科教育IVの授業の一環として，Dsに取り組んだ。授業の内容をまとめると次のようになる。総講義数は14回であった。

表1 授業計画

回	日	内容
1	4/10	オリエンテーション，過去の交信授業の視聴
2	4/17	テーマ”幾何教育”の確認と分担の決定
3-9	4/24 -6/12	それぞれの研究結果の発表 英語でのプレゼンテーション作り
10-1 2	6/19,2 6,28	発表の総合リハーサル
Ds1	6/30	日本から6件の発表
Ds2	7/7	日本から2件，ドイツから4件の発表



写真1 テレビ会議システムのマイク・スピーカと本体(右)，日本側

日本の学部生4名は，初等教育での幾何教育の歴史，現状と課題，改良された内容，中等教育での幾何教育の改良された内容を分担した。院生は中等教育の歴史，日本から見たHSでの幾何教育の特徴を分担した。また，内地留学生は中学校の現状と課題，さらに，ドイツからの留学生はイントロダクションと京都の紹介を担当した。学生らは分担されたテーマについて，先行研究・授業を調べまとめるという文献研究を行って，Dsを準備した。



写真2 日本側の様子



写真3 ドイツ側の様子(日本側から撮影、
最前列右はハートマン氏)

1) Ds 1 の実際

Ds1 には、京都の紹介、歴史、現状と課題、HS の幾何教育の 6 件が発表された。それぞれの概要は次のようである。


●京都の紹介：ドイツ人の立場から京都の歴史と本学の紹介を行った。また、江戸時代は鎖国をして外国文化を拒絶していたが、江戸後期の開国後は、西洋数学や科学、文化を採り入れた。日本は西洋の数学を学んで 150 年程であることを紹介した。

●初等教育での幾何教育の歴史：明治には外国から数学教育を輸入してきた。数の教育では、クロネッカー (L.Kroneker, ドイツ) の考えを取り入れ、藤澤利喜太郎主導による「数え主義」を基本とした教育が行われた。そのため幾何教育は、面積・体積の求積問題の解決にとどまり、本格的な幾何教育は中学校で扱われていた。大正・昭和初期には、欧米の数学教育改造運動の影響を受けた。しかし、数図を利用したキューネル (J.Kühnel, ドイツ) の考えは入ってこなかった。1935 年には、数・量・図形のバランスの取れた緑表紙教科書が発行された。現在の算数は、この教科書からの影響が大きい。第二次世界大戦後は、主にアメリカの考え方を受け入れ現在に至ることを紹介した。

●初等教育における幾何教育の現状と課題：現行の算数教科書の特徴として、幾何の内容が学年ごとにバラバラに扱われ、その上、空間や立体に関する内容が少ないことを紹介した。さらに、小学校 5 年生が宝箱 (六角柱) のいろいろな展開図を考えている授業風景の VTR を日本の小学校での授業の例として見せた。

●中等教育における幾何教育の歴史：明治に菊池大麓によってイギリスの幾何教育が紹介された。大正には森外三郎訳『新主義数学』が出版されるなど、クライン (F.Kline, ドイツ) による数学教育改造運動の成果が日本でも公になった。さらに、当時のドイツで学んだ黒田稔が著した、厳格な幾何学を扱う前に実験や実測を行う幾何入門を設けた『幾何学教科書[平面]』を紹介した。第二次世界大戦中にはドイツの作業書を参考にしたと言われる中学校用教科書である『数学』1～5 が使われた。戦後は、初等教育と同様にアメリカの影響を受けていることを紹介した。

Dairoku Kikuchi (1855-1917)



He influences the mathematics education of the Japanese middle school until 1931. This was one point of view and a system got ready mathematically.

図1 日本からのプレゼン例

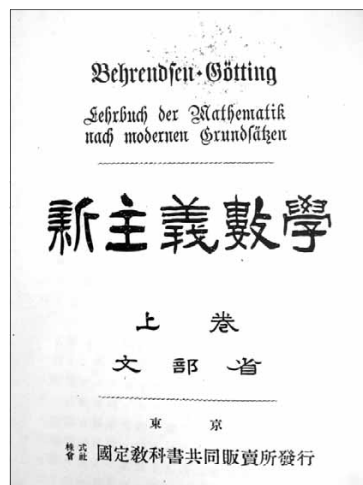


図2 森外三郎『新主義数学』

●中等教育における幾何教育の現状と課題：公立中学校で行われている少人数指導とスモールステップに分ける指導方法と授業内容の説明をし、その効果による成績結果等を紹介した。

●HSの幾何教育：日本の教科書と比べてみると、帰納的推論を中心としており、論証幾何は扱われていない。また、日常場面で見かける事象を多く取り入れている。さらに、見取り図や立面図・側面図の描き方など、作図スキルを丁寧に扱っている点が、日本の教科書とは違っていることを発表した。

質疑としては、ドイツから、「単元学習から系統学習へ戻した時の内容・レベルはどうなったのか？」があったが、質疑応答程度で細部にわたるディスカッションまでは至らなかった。

2)Ds2の実際

Ds2には、日本から初等・中等教育における改良された教育内容と、ドイツの学生によるHSの現状と課題3件とハートマン氏による幾何教育改善策の発表があった。

●初等教育における幾何教育の改良：小学校2年生が展開図を自分で作図して車を製作する授業のVTRを見せたところ、ドイツ側は相当に驚いた。さらに高学年での地球儀の幾何と赤道型日時計製作の事例を発表した。

●中等教育における幾何教育の改良：中学2/3年生への2面角や3面角と三角比、余弦定理の指導、それを利用したワゴンカーや歪ピルを製作する授業例（丹（2005））を紹介した。

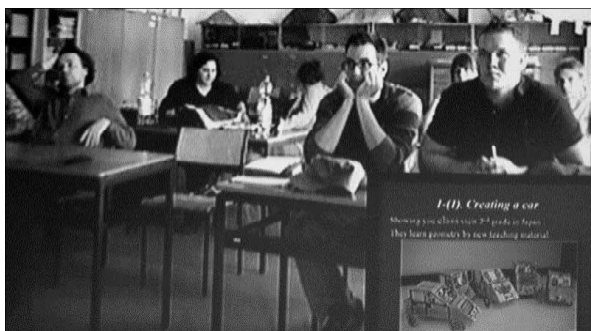


写真4 Ds2 小2年での立体作成例

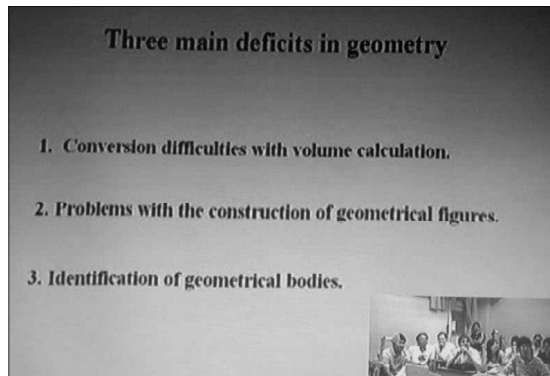
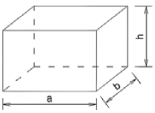


写真5 幾何教育での主たる問題

Conversion difficulties with volume calculation.

Here a very simple example of a volume task:

Given is a cuboid with $a=3\text{dm}$; $b=22\text{cm}$;
 $h=240\text{mm}$.



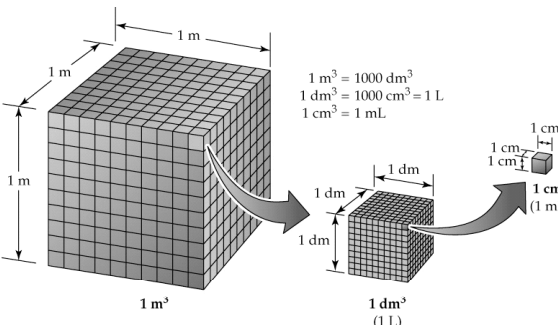
a) What's the volume of this cuboid in m^3 ?

b) How many liters fit in this cuboid?

Now the pupils have to convert these information into a unit measure. In meter, decimeter, centimeter or millimeter.

図3 求積の問題例

The Problem is that many of them don't know the correct conversion factor and they cannot derive this logically.



$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$
 $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ L}$
 $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$

図4 単位の相互関係, dm^3 に注目

●独学生1：ニュルンベルグ市とエアランゲン-ニュルンベルグ大学の紹介をした。

●独学生2：ドイツではcm, dm, m, kmの単位があり、その単位換算ができないために誤答する生徒が多い。体積では、 km^3 , m^3 , dm^3 , cm^3 , mm^3 の関係を生徒が整理できていないという問題がある。図3の問題では、 15840cm^3 のときに、 $1\text{m}=100\text{cm}$ なので、 $15840 \div 100=158.4\text{m}^3$ との誤答が最も多い。幾何では、垂直二等分

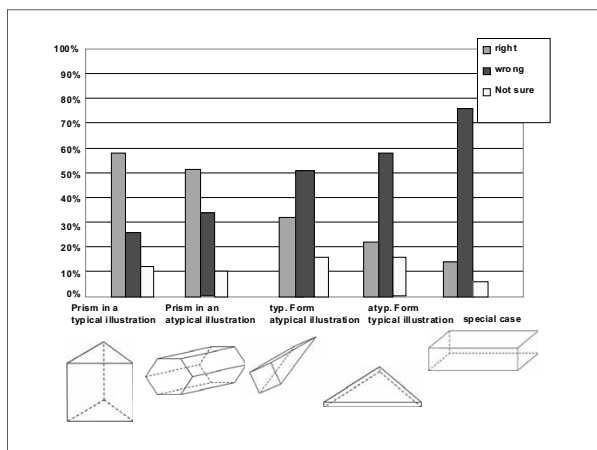


図5 角柱の認識調査より

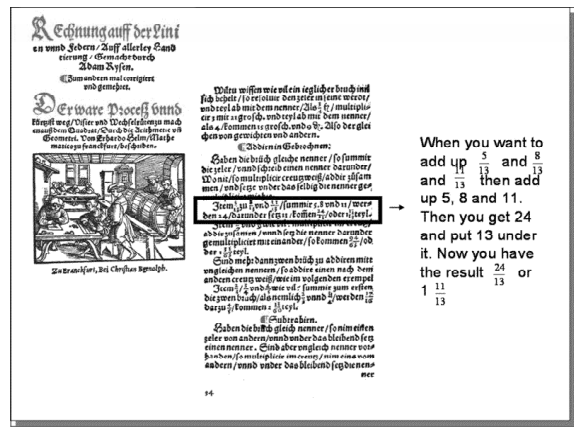


図6 Adam Rese著の教科書より

線などの基本作図ができない問題がある。さらに、「次の図形が角柱か否か」を問うと、図5のように典型的な三角柱などは角柱として認識できるが、向きが変わったり扁平であったりすると角柱として認識できないという問題がある。

- 独学生3：HS 教員の数学教育に関する考え方の問題がある。算術では計算を中心とするアダム・リース (Adam Rese) の時代 (16 世紀) を引きずっており、教師が計算方法や公式を一方的に教えて、計算に習熟させる指導が主となっている。
- ハートマン博士, HS における幾何教育の改良について：現在は多くの公式を教えすぎて、その利用だけに終始している。そこで、基本的な概念と基本的公式だけを指導して、残りは自分で考えられるようになる教授方法を提案している。現在3つの HS でこの教授法の成果について教育実験している。

This kind of teaching math has a long tradition and was orientated on fast calculating

- Teaching rules started already with Adam Ries (1525).
- Good trained algorithms make fast calculating with high numbers possible.

-> But today the learning objectives changed. The most important thing is not fast calculating. The pupils should learn to argue, to organize, to estimate,...

-> For calculating now you have computers and pocket calculators.

図7 現在の計算指導の重点

We need not a vast number of formulas

図8 生徒が使う公式の多さを否定

ドイツの HS における幾何教育について補足したい。エアランゲン-ニュルンベルク大学のあるバイエルン州では、小学校 (Grundschule) が 4 年制であり、その後、成績等で HS (5 年制), リアルシューレ (7 年制), ギムナジウム (8 年制) のそれぞれの学校に進学する。HS では、卒業生の多くが職業学校に進学して職業訓練を受ける。一般に HS には数学を苦手とする生徒が多い。また、卒業後の進路の点からも、数学教育は実学的な内容が中心となっている。例えば、幾何の論証は扱われないなどである。きちっと公式を利用できたり、単位換算で間違えたりしないなどの、卒業後によく使うであろう数学内容を中心に指導することになる。計算の習熟に関しても、筆算の指導はされるが、通常の授業では電卓を使って計算しており、卒業試験でも電卓の使用が許されている。さらに、数学公式集も持ち込み可能であるため、生徒は多くの公式を暗記しているわけではなく、どんな図形かとの公式を利用するかを判断して、電卓での計算と単位換算ができるかが中心の内容となるのであ

る。ところで、HSにはドイツ語を母国語としない移民の子女が多く、言語能力が低いことが数学理解を遅らせているとも言われる。筆者は、ニュルンベルグ中央駅近くのHSで、8年生(中学2年相当)の数学授業を見学したが、生徒らは直方体の展開図を描くのに苦勞していた。後で聞くと、1クラス23名の生徒の中でドイツ人は3名だけだそう。現在、HSでは、数学に限らず教育問題は深刻とのことである。

Ⅲ 結果と課題

1. 授業の目的に関する成果と課題

学生は、今回のDsに関するレポートを提出している。そこに記述された内容をもとに検討したい。なお、「」はレポートからの引用である。

①日本の幾何教育の理解を深める。

学生らは、学部の授業の中等数学科教育I(2年生後期)で数学教育史を学んでいる。しかし、過去の歴史が、今日の幾何教育とどのように関わっているのかを、はっきりと意識していなかった。改めて、現在の教育課題に至った一要因として歴史を認識する必要性を理解した。

しかし、今回の日本の発表は数学教育史の表面的概説であったことは否めない。ある発表学生は、戦後の単元学習を批判し系統学習に移行した際に、単元学習の問題点を解決したという説明だけだった。それに対して留学生から、何を解決したのかを具体的に示すべきだと指摘された。本人は準備不足だったと反省していたが、歴史は記憶の対象で単なる事実の時系列と捉えている向きがある。私の指導不足を痛感し、数学教育史の指導内容を再考する必要があると感じた。

②ドイツの幾何教育の現状と課題、解決策を知る。

HSが抱えている課題は、教師の数学教育への意識改革、求積時の単位換算での誤答、作図技能の低下、立体の統一の見方ができない等があることを理解した。幾何の内容が計量に偏っていることや論証が扱われていないことに疑問を持ち、質問をした。HS教育の性格に関わる内容であり、論証は指導されないが、基本的内容を理解させ、応用力を高める指導方法に取り組んでいることを知った。また、HSで使われている教科書について調べた院生は、「(ドイツからの)発表内容は知らないことばかりで新鮮であり、こちらで想像していた生徒の実情とは違っており、日本で文献などで調べられる限界を感じさせられた」と述べている。比較教育学の研究方法は文献中心から研究者の直接交流へと変わってきたが、TV会議はこの中間に位置し、海外渡航が難しい学生には適当な比較教育学研究のツールとなり得ることも確認できた。

③英語力を含めたプレゼンテーション能力を向上させる。

全員が英語のプレゼンテーションは初体験であった。最初は日本語の原稿をWeb上で機械翻訳していた。例えば、中学校の授業の中で小学校での学習内容を復習するという意味で用いた"小学校の復習"を、"review of elementary school"と英訳している。このような変な翻訳例は多く見られ、留学生の指導を仰ぎながら修正を重ねて本番に望んでいた。しかし、和英辞書に頼りすぎて通常使わない難しい単語を使ったため、ドイツ人から単語の意味を問われるという場面もあった。また、質問したい内容があっても英文に直せず、単語を並べただけの質問になってしまったとの反省もあった。今回のDsだけで英語力が向上したとは思われない。しかし、学生らの感想からは、つくづく英語の重要性を実感し、今後勉強しようという意欲が湧いてきたことが分かる。

プレゼンテーションでは、「聞き手のことを考えて発表内容を準備する必要があることである。例えば、PPは、文字はなるべく大きくし、背景や装飾を工夫することによって見やすくしたり、写真を入れるなどして長い説明を入れなくともわかりやすくしたりすることが大切であると分かった」との反省があった。ドイツ側のPPでは、日本人にわかるようにグラフや図、写真を用いた工夫がされ、さらにユーモアに富んだ発表であったことにも感心していた。これらの感想は、今後、プレゼンテーションの工夫につながると思われる。

2. 研究の目的に関して

①教材研究へのモチベーションや研究意欲が向上について

現職教員は自身が発表したスモールステップの学習方法について、「生徒の意識の根底から十分に数学への興味・関心を持たせるようになっていたか疑問である」を課題としている。学校現場にいる時には、生徒の数学力

を向上させるために行っているこの学習方法に全く疑問を持っていなかったのである。学校現場での研究の不十分さに気づききっかけとなり、今後の研究の方向性を得られたと述べていた。また、院生の一人は、ドイツの教育に興味を持ち、さらに HS の学習指導要領を詳細に分析し始めた。

一方、ドイツの教員からは、ドイツでは数学教育史は指導していないが、学生は日本の数学教育史に非常に興味を持ったとのことである。

このように、特に院生と現職教員は Ds を行うことによって自身の研究テーマとつながる課題を得られた。Ds は、研究意欲の向上に寄与したといえる。

②教材研究の深化について

学部学生は、Web や文献検索を利用して先行研究や先行授業例を調べられるようになった。しかし、その中から課題を見つけることは難しかった。やはり、子ども達の様子を詳しく知らないことがその要因と思われる。一方、大学院生や現職教員では課題意識はかなり深まった。学部で研究の基本訓練を受けてきていることと、現場経験の豊富であることに起因していると考えられる。たとえば、院生の一人は、HS の幾何教育といっても論証はなく、求積中心であることを指摘した上で、HS などの論証幾何はやはり必要ではないかと考え、教えるべき演繹的推論は存在するだろうと述べている。さらに、日本側も統計的データに基づく研究が必要があることを指摘している。また、現職教員も、外国のことは PISA などの平均値データだけから見えることしか知らないことを自覚し、この Ds を通してリアルな教育事情を交流できる意味の重要性を指摘した。

③ドイツとの協同授業での特徴について

日本側は主に文献研究に偏っていた。それに比べドイツ側は、現場生徒の実態をよく知っていた。この違いは、大学での授業内容の違いが影響していると考えられる。ドイツでは、学校現場に出て数学につまづいている生徒を指導したり、大学にそのような生徒を招いて指導したりする実践的な授業がある(守屋(2007))。日本では、教育実習を経験しているものの、数学学習に問題をあまり抱えていない附属学校の生徒を対象としているため、つまづきを持った生徒の指導の経験がほとんど無い。そのために、指導上の具体的な課題が指摘できないのである。日独両国間の教員養成カリキュラムの違いがあらわれた結果となった。

日本の授業の VTR を見せたことは、ドイツ学生に日本の授業の様子を理解してもらうのに有効であった。実際の子どもの様子、授業の雰囲気が分からない状態で、データだけの発表では、実感が伴わない。同様なこととして、スモールステップ学習を受けた生徒の易から難の各問題に対する正解率(当然、易問題の正答率は高く、難問題の正答率は低くなる)についてドイツから、先生としてそれで満足なのかという質問があった。ドイツでは中等学校への進学はほぼ学力別になるため、HS に入学する時点で学力差は緩和され、合格の一定基準を設けやすい。それに対して、日本の中学校では学力差が大きいため、生徒の学力に合わせたいくつかの合格基準が存在する。両国間のこのような教育システムの違いから起きた質問であった。これらのことから、数学教育について交流する前段階で、相手国の教育システムや授業方法についての予備知識を得ておく必要があることが分かった。そこで、当然なことであったが、Ds の流れとしては、システムや授業の仕方について説明した後で、具体的な数学教育の課題について討論する必要性を強く感じた。

Ds1 は、緊張のために堅い雰囲気での交流となったことを反省して、Ds2 では日本文化を発表することにした。留学生は弓道のことを、学生は浴衣や甚平、漢字の習字、みたらし団子を紹介した。これらの発表にドイツ学生は喜び、場の雰囲気が和やかになった。やはり、学生同士の Ds では純粋に学問上だけの交流は難しい。学生が持っている相手国に関する知識は少ないので、Ds の当初にこういった文化交流を行うことで緊張をほぐし、交流の雰囲気を盛り上げる必要性がある。

現職教員からは、「事前にレポートの交換をしておき、ある程度内容が分かっている状態で、交流するようになった方がよい」や、「それぞれの国の子どもの事情や数学に対する意識についての交流を行っても良い」と言う意見があった。発表だけに終わらず議論の深まりを求めるためには、Web 上での掲示板も有効であろう。また、守屋ら(2008)で指摘されているように、3 回の Ds が有効であるので、今後日程調整を工夫してこれを実現したい。

IV おわりに

学生同士による遠隔協同ゼミは学生、特に院生や現職教員の教材研究のモチベーションを高め、教材研究を深

化させること、さらに、英語の習得やプレゼンテーション能力の向上に効果があることが分かった。

さらに、日本学生は机上での先行研究や成果を発表する傾向があり、ドイツ学生は学校現場を投影した課題を中心に発表する傾向があった。日本では歴史的流れを明らかにすることを教材研究の対象の一つとして指導しているのに対して、ドイツではこの視点がほとんどない。ちなみに、ドイツ学生は事前調査でクロネッカーやクラインを知らなかった。歴史研究の代わりに現場での指導上の問題点を中心に講義、研究していることが伺えた。大学教員の指導哲学の違いや学校現場での実地教育を重視しているドイツの教員養成の特徴が確認された結果となった。

TV会議を使った遠隔授業は、相手との調整が必要である点で確かに準備が大変である。しかし、リアルタイムで外国学生と協同授業を行うことで得られる成果は大きい。大学4年間で少なくとも1回は、このような機会を学生に与えられるよう、TV会議を使った比較教育学の授業をカリキュラム上に定着させたい。大学院生や現職教員研修では、国際遠隔協同授業・ゼミナールをさらに進めた、「国際遠隔協同研究・会議」が可能となり、彼らが得る成果は学部学生よりも大きいものと思われる。

参考文献

1. 丹洋一, 「立体の製作活動を取り入れた中学生への三角関数の指導」, 『数学教育学会誌』2005/Vol.46/No.1・2, 2005, 41-54
2. 守屋誠司・渡邊伸樹・K.D.Graf・T.Weth, 「教員志望学生を対象とした日独遠隔共同ゼミナールの成果について」, 『数学教育学会誌』2006/Vol.47/No.1・2, 2006, 51-70
3. 守屋誠司, 「ドイツの文化環境と教育制度から示唆される日本の数学教育の課題」, 京都教育大学『教育実践研究紀要』第7号, 2007, 21-30
4. 守屋誠司, 「算数・数学の授業力を持つ教員を育成する試み」, 京都教育大学『教育実践研究紀要』第8号, 2008, 1-10
5. 守屋誠司・寺本京未・岡部恭幸・大黒孝文・T.Noppawon, 「創造性の育成を目指した日タイ遠隔協同総合学習の試みー理科, 数学, 英語の総合学習「環境汚染を調査する」」, 『数学教育学会誌』2007/Vol.48/No.3・4, 2008, 15-26