

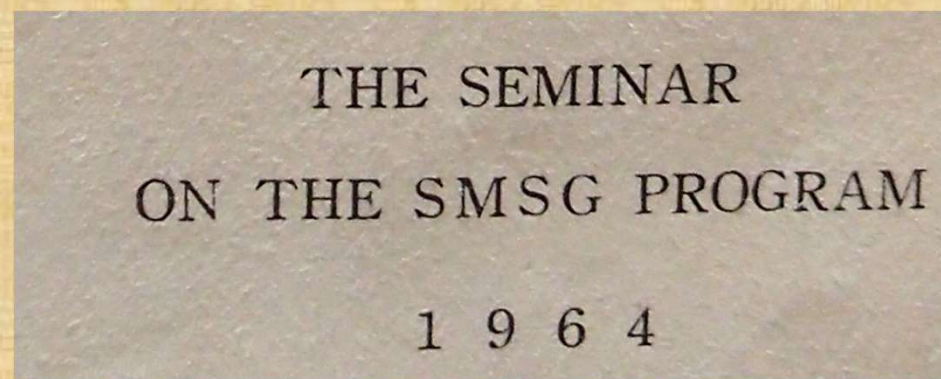
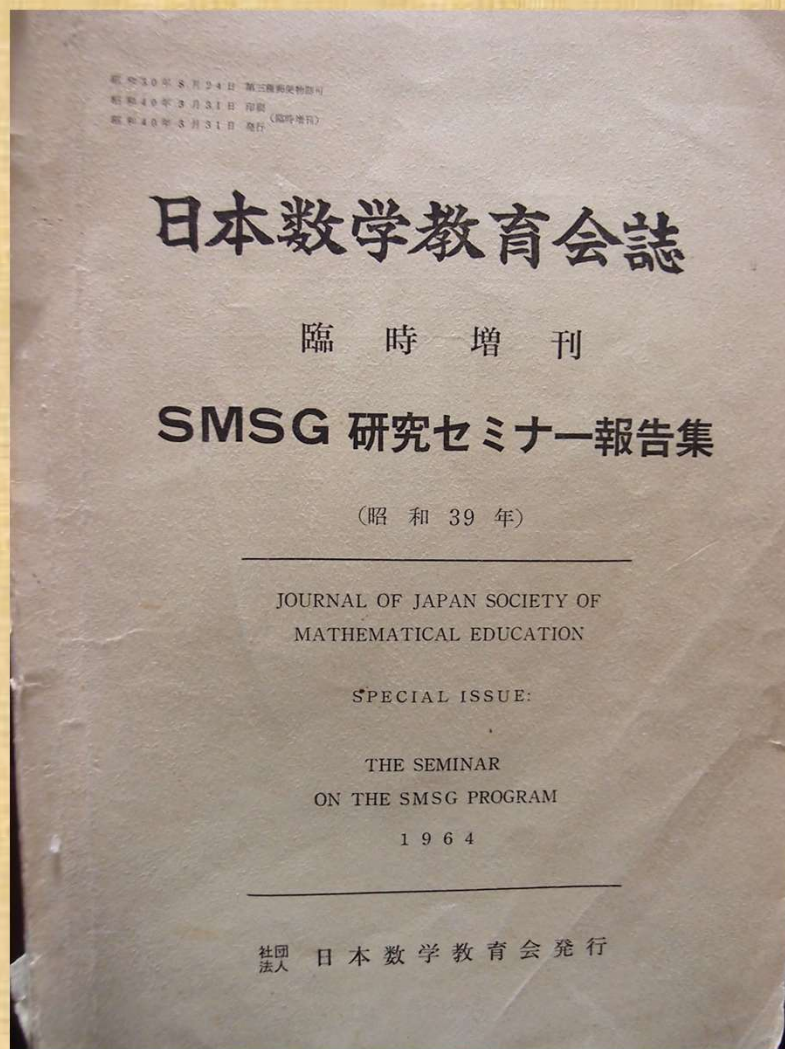
## 第2部 「数学教育現代化」運動が残したものを、どう引き継げばよいか

第1章 SMSG研究セミナーで議論されたもの

第2章 日本におけるポスト現代化

第3章 「現代化」が残したものを探す試み

# 第1章 SMSG研究セミナーで議論されたもの



この後日本では、4年後の1968年から、69年、70年と小、中、高の現代化学習指導料が告示される。



小松 日本では自然科学者達の一部の意見として幾何では総合的方法は不必要で、解析幾何だけをやればよいというのがあるが、私は賛成しないが、モイズ教授の考えはどうか。

モイズ そういうように幾何は教えることができないと思う。イリノイ大学で解析的方法のみで幾何を教えようとしたが完全に失敗したと当事者は言っている。もし幾何における基本的な事がらがはっきりしておれば、座標系を使ってひじょうに印象的に述べることができる(例、三角形の重心の定理)が、一般にあって座標系が偉力を発揮するのは大変稀れである。解析的方法ではかえってむずかしくなる幾何的事実が多い(たとえば、二角の相等を解析的方法でのべること)。むしろ解析幾何の中に総合幾何の手法を入れることの方が重要である。

## 総合幾何 と 解析幾何

小松勇作 東工大

## 証明困難な問題の扱い

**横地** 結合や順序の公理を順に展開して教えたことがあるが、その時、凸四角形の対角線の交点が内部にあることや、内心が三角形の内部にあることなど生徒は証明したがる。そのため深入りしがちで大変難しくなった。SMSGではこのような問題が生徒から出なかったか。またこの点をどのように配慮しているか。

証明の厳密性をどこまで

公理と定義

直感 と 論理的厳密性



横地 モイズ教授の著書 “Elementary Geometry from an Advanced Standpoint” によって高校一年に実験授業をした。生徒はだらだら長い文章を書くだけで証明とは何かということがよくわかっていない。証明を十分理解させるためには、記号論理を教えることが必要ではないかと思う。

秋月 指導しようとする記号論理はどの程度か。(横地氏に)

横地  $p(p \rightarrow q) \rightarrow q$ ,  $p'(p+q) \rightarrow q$ ,  $\forall x f(x) \rightarrow f(a)$   
 $(p \rightarrow q)(q \rightarrow r) \rightarrow (p \rightarrow r)$ ,  $(p \rightarrow q) \rightarrow (q' \rightarrow p')$   
ぐらいのトートロジーをおさえておくと、実際に証明をやる場合、その意味とその仕方の理解に役立つ。

モイズ お話には感銘する。

SMSGセミナーでは、  
ここでの「記号論理の扱い」や、  
総合幾何と解析幾何との扱い  
などの質疑・応答が行われた。

12.

日本数学教育会編

# 数学教育の現代化

© 日本数学教育会 1966

昭和41年2月15日 初版発行

数学教育の現代化

編者 日本数学教育会

発行者 山本俊一

発行所 株式会社 培風館

1966年

本書で、世界の主要な現代化運動を紹介している。



現在にはない 変換や群、環、体、アフィン変換・空間などが含まれている。

ちなみに現在実験活動にとりあげられている内容としては、

集合, 集合の演算, 写像, 関係, 関数, 構造(群, 環, 体), ベクトルと行列, 座標

幾何と点集合, アフィン空間, ベクトル空間, 確率, 集合関数と標本空間, 関数空

間, 限定詞を含む記号論理, 実数の構成, 変換と変換群

などがあり, 実験活動の広さを示している。

「現代化」運動は、工業化社会を作り上げてきた数学の全体像を整理し、20世紀の市民に幅広く知らせる役割を持っていた。しかし、それは数学者の描いた数学的な構造に特化したものであったために、一般市民達が日常の中で出会う科学(Science)、技術(Technology)、工学(Engineering)、芸術(Art)、と数学(Mathematics)、即ち、STEAMとの関わりが欠けていた。

1980年代からは、  
実存主義と構造主義、意味と形式、直感と論理、帰納と演繹、  
総合幾何と解析幾何、  
問題解決型と公理主義的展開等  
の葛藤が表面化してきた。



## 第2章 日本におけるポスト現代化

現代化運動が一段落しつつあるとき、  
米国社会では工業化から情報化への移行が進行しつつあった。

当時ベトナムへ派遣され終戦とともに帰国してきた若者達や、  
子育てが一段落して再就職を目指す主婦たちが直面した課題が、  
新たな時代に即したリテラシー、基礎基本であった。

こうした一般市民への教育は「現代化」教材ではなかった。求められたのは、  
Basic Skills(基礎基本)、コンピュータ・スキルス等であった。

日本の「現代化」以降の教育課程では、教育内容の改変はなく、以下に示すよう  
に時代を「生きる力」に特化したものになった。

戦後の指導要領の告示年、教科書作成、検定、採択、実施は数年後

- |     |           |              |                                   |
|-----|-----------|--------------|-----------------------------------|
| 第1次 | 1951～1955 | 生活単元学習       | 終戦(1945)                          |
| 第2次 | 1958～1960 | 系統学習         |                                   |
| 第3次 | 1968=1970 | 現代化          | 米国ベトナム戦争終結、マイクロソフト設立(1975)        |
| 第4次 | 1975～1978 | ゆとりと充実       | パソコンの普及開始、NEC PC8001発売(1979)      |
| 第5次 | 1989      | 生きる力         | インターネット開始(1990～)、就職氷河期(1990～2000) |
| 第6次 | 1998～1999 | 総合的な学習       |                                   |
| 第7次 | 2008～2009 | 思考力・判断力・表現力  | (リーマン・ショック2008)                   |
| 第8次 | 2017～2019 | 主体的で対話的な深い学び | 生成系AIChatGPT(2023～)               |



1970年代になると、米国での動向を受け、日本の指導要領が「現代化」から「ゆとりと充実」へと変わっていった。

背景には、現代化と時を同じくして情報化社会の到来があった。

1975年ビルゲイツ創始者のMicrosoft社が設立される。

1979年NEC「PC8001」パソコン発売、8色カラー、メモリ16KB、5インチフロッピーディスク搭載、その後、日本語BASICが搭載された機種が出る。

マイコンからパソコンへの移行は

多くの若者が当時の電子計算機室での利用から**自宅の机の上でコンピュータが使えるPC** (Personal Used Computer)の時代の到来を意味し、日本語BASICが出来るPCは、欧米と異なり高校生でも**画像処理がより安価で鮮明に出来る**というメリットを持ち、当時の日本の科学技術・経済の活性化を生んだ。

1983年 Jared Taylor は「Shadow of the Rising Sun - A Critical View of the “Japanese miracle” -」という本を出版した。日本の経済復興とそこに潜む影について述べている。

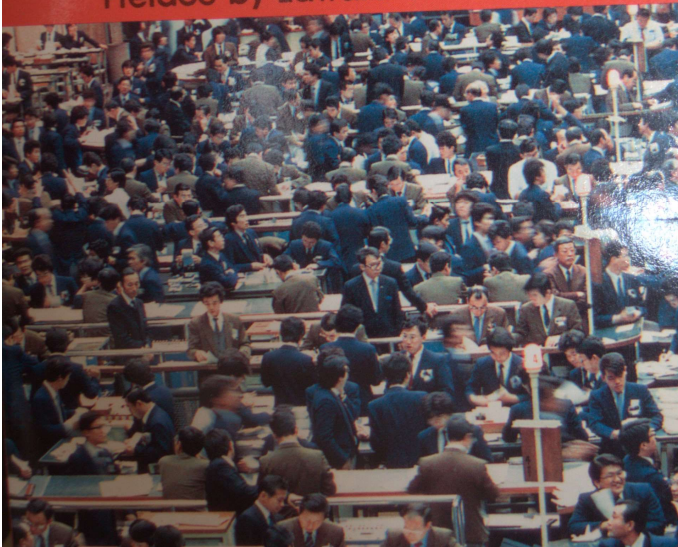
15. Jared Taylor "Shadows of the Rising Sun -Critical View of the Japanese Miracle -", Charles E. Tuttle Co. 1983

# SHADOWS OF THE RISING SUN

A Critical View of the  
"Japanese Miracle"

by Jared Taylor

Preface by Edward Seidensticker



JAPAN AS NUMBER ONE: Lessons for America by Ezra  
*F. Vogel*

THE JAPANESE by Edwin O. Reischauer

JAPANESE SOCIETY by Chie Nakane

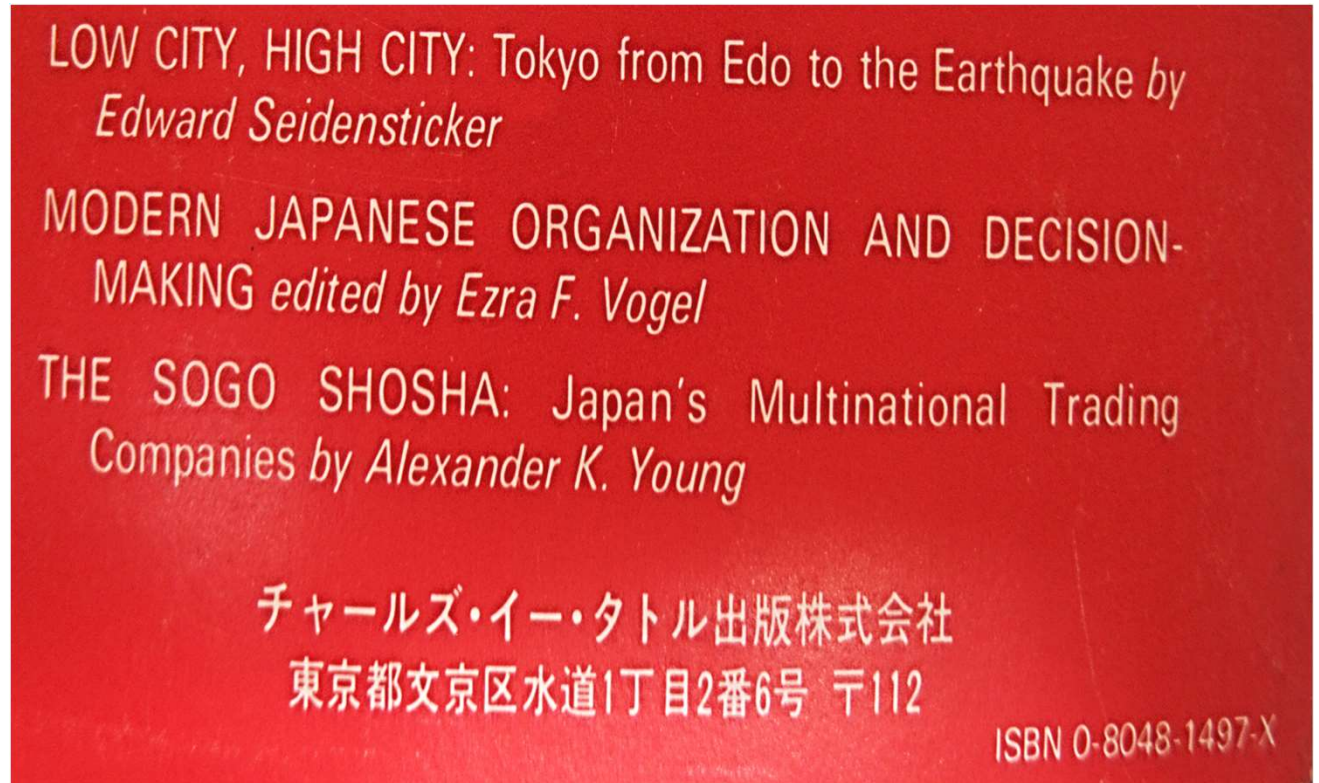
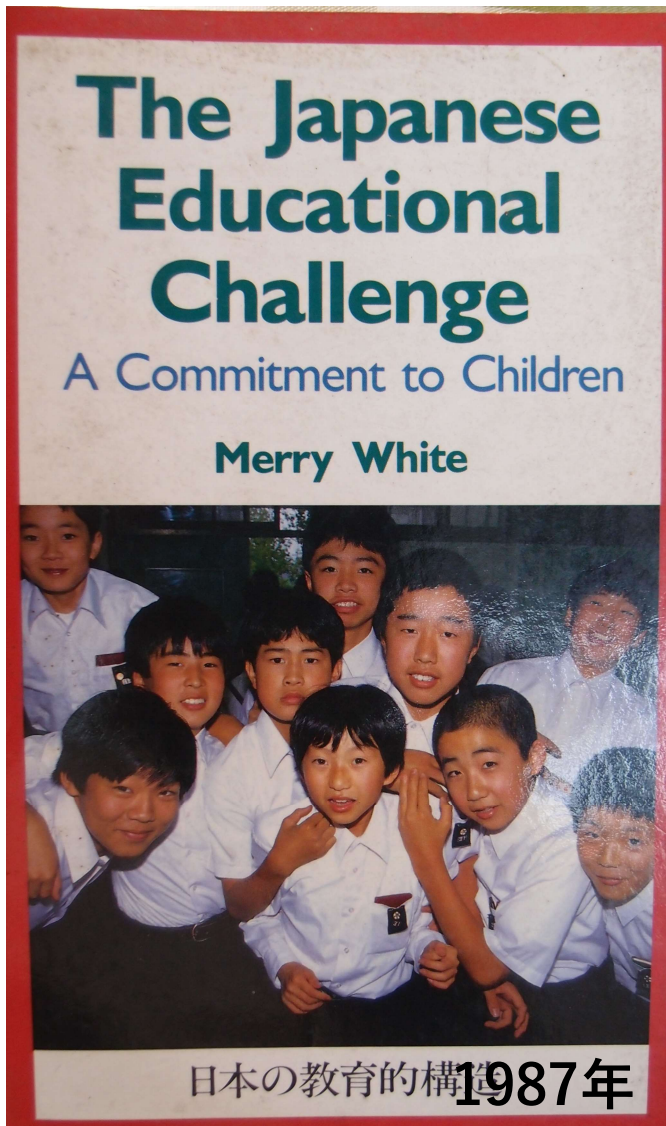
JAPAN'S OPTIONS FOR THE 1980s by Radha Sinha

Era F. Vogel

**JAPAN AS NUMBER ONE : Lessons for America**

**1983年**





1970～80年代の日本は、今日に比べると格段に活力があった。

機械工業化の時代では、機械システムの基礎を根底から支えるのは「ボルトとナット」、生物一般では「原子、分子」の集まりであった。物事は上からの指示を待って行動する基本単位の集合からなるとの認識であった。それは、均質な製品の大量生産の構造に繋がる。学校も「大人数の教室での一斉授業の元で、全員が同じ質と量を学ぶ」ことが前提となっていた。

しかしながら、最近の生成AI、素粒子の時代では、最小単位としての原子、分子とその構造の発想では足りず、さらに奥にある素粒子の情報交流、自然や経済・社会のGlobalなシステムの中で相互に自立協働してはたらくAgents達の交流まで思考を進めなければならなくなった。「主体的で対話的な深い学び」、「様々な資質・能力を持つ児童生徒達が、それぞれの立場から主体的に課題に取り組み、情報交換しながら問題解決していく教育が求められる様になった。」



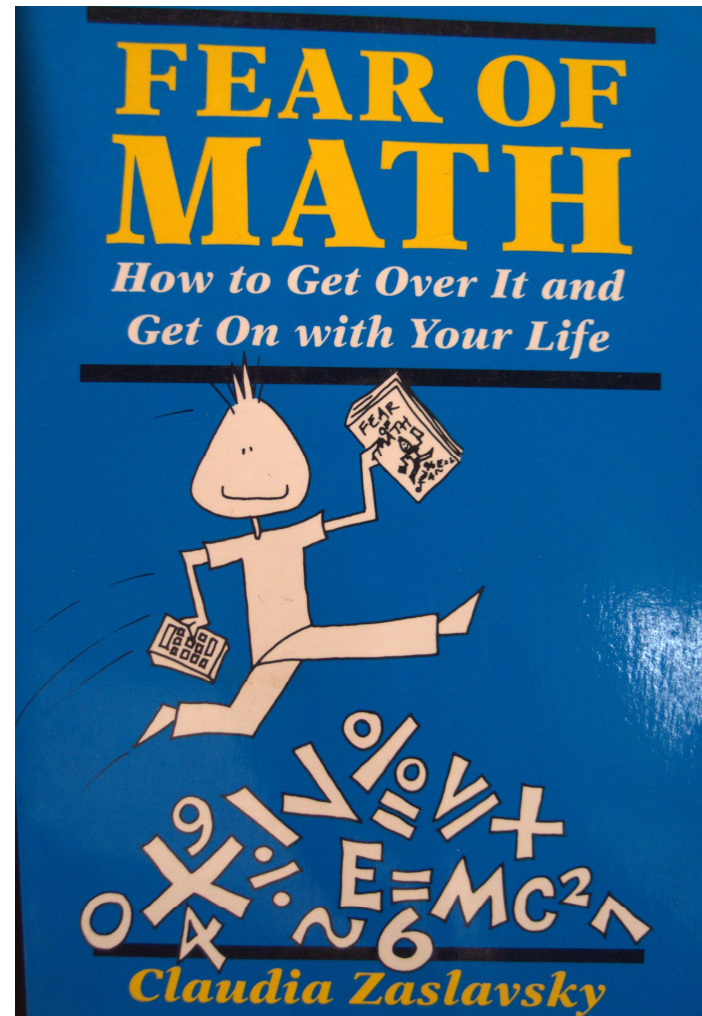
こうした中、数学の学習に対する子供達の教育に課題が見えてくる。

13. Tony Larcombe

”Mathematical Learning Difficulties in the Secondary School – Pupil needs and Teacher roles”,  
Open University Press, 1985

14. Claudia Zaslavsky

“Fear of Math – How to Get Over It and Get On with Your Life”,  
Rutgers University Press, 1994



### 第3章 「現代化」が残したものを探す試み

「現代化」以降の日本の学習指導要領は、以下のように、  
算数・数学の内容に関する議論なく、コンピュータの教育利用以外  
「時代に即した教育内容の中心の検討」はなされていない。

1975～1978 ゆとりと充実

1989 生きる力

1998～1999 総合的な学習

2008～2009 思考力・判断力・表現力

2017～2019 主体的で対話的な深い学び

以降、現代化の時に議論された内容を振り返り、今日的な教育内容を再度提案する時期に来ているのではないか？ ここでは、現代化の時代の中学校の図形教育の中から写像、変換、特にアフィン変換を取り上げる。



G. ショケ一  
初等幾何学

秋 月 康 夫 訳  
公 田 蔵

初等幾何学

1971年10月30日 第1刷発行 ©

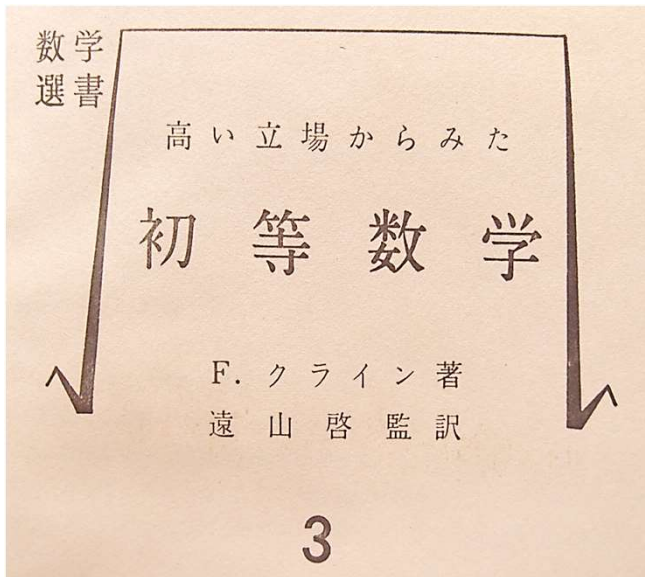
¥ 1300

訳 者  
あき 秋 月 康 夫  
こお 公 田 蔵

目 次

まえがき  
緒 言

第 I 章 結合と順序の公理 .....	1
§1 直線, 平行線 .....	1
1 諸定義(1)   2 結合の公理(2)   3 平行射影(4)	
4 軸系(6)	
§2 順序の公理 .....	7
5 各直線の順序構造(7)   6 移動公理(8)   7 直線	
による平面の分割(10)	
第 I 章の問題 .....	10
第 II 章 アフィン構造の公理 .....	15
§1 $\Pi$ の直線のアフィン構造 .....	15
8 アフィン構造に関する第 1 公理(15)   9 $R$ と $\Pi$ の原	
点つき直線との同型(16)	
§2 $(\Pi, 0)$ の加群としての構造 .....	19
10 移動公理(19)   11 平行射影と平行四辺形(19)   12	
平面 $(\Pi, 0)$ における加法と, その加群の構造(21)	
§3 平面 $\Pi$ における平行移動 .....	24
13 平行移動の特徴づけ(24)   14 群 $(\Pi, 0)$ の同型写像	
(25)   15 自由ベクトルと Chasles の関係(26)   16 平	
行移動が有向直線に及ぼす作用(27)	



## 第2編 幾何学的変換

第1章 アフィン変換 .....	100
第2章 射影変換 .....	123
第3章 高等な点変換 .....	140
1. 反転 .....	140
2. いくつかの一般的な地図射影 .....	145
3. もっとも一般的な一対一連続な点変換 .....	149
第4章 空間要素を変える変換 .....	154

1961.1.10 東京図書



# 1970年度 高等学校学習指導要領

# 現代化時代の日本の指導要領

(日本では、幾何学的変換、アフィン空間・変換・幾何などはなかった。)

数学1 写像の概念を理解させ、また、基本的な関数の特徴を理解させる。

A 代数・幾何 B 解析 C 確率 D 集合・論理

B 解析

(1) 写像

写像の意味およびの合成と逆写像について理解させ、また、関数を写像としてとらえることができるようにする。

ア 写像の意味 イ 写像の合成、逆写像 ウ 写像としての関数

応用数学

目標 事象をとらえるのに必要な数学的な概念、原理、法則、方法ならびにそれらが職業に関する専門教育において取り扱われる内容との関連を理解させ、数学的に考察し、処理する能力を養う。

内容 ベクトルと行列

ア ベクトルの内積

イ 行列の意味と演算

ウ 一次変換

現代化以降の指導要領では、これらが亡くなっている。

「現代化の影響を受けた当時の一般図書」から

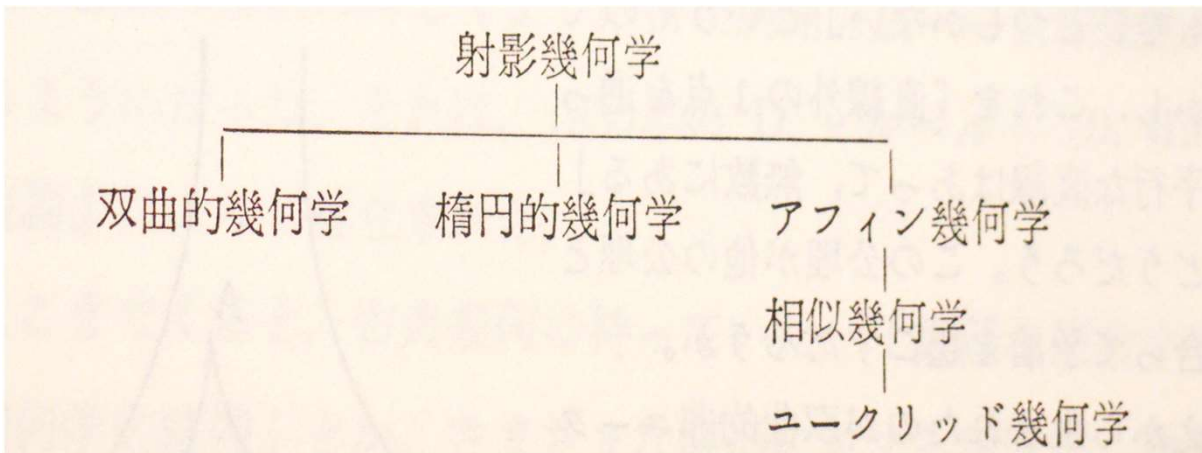
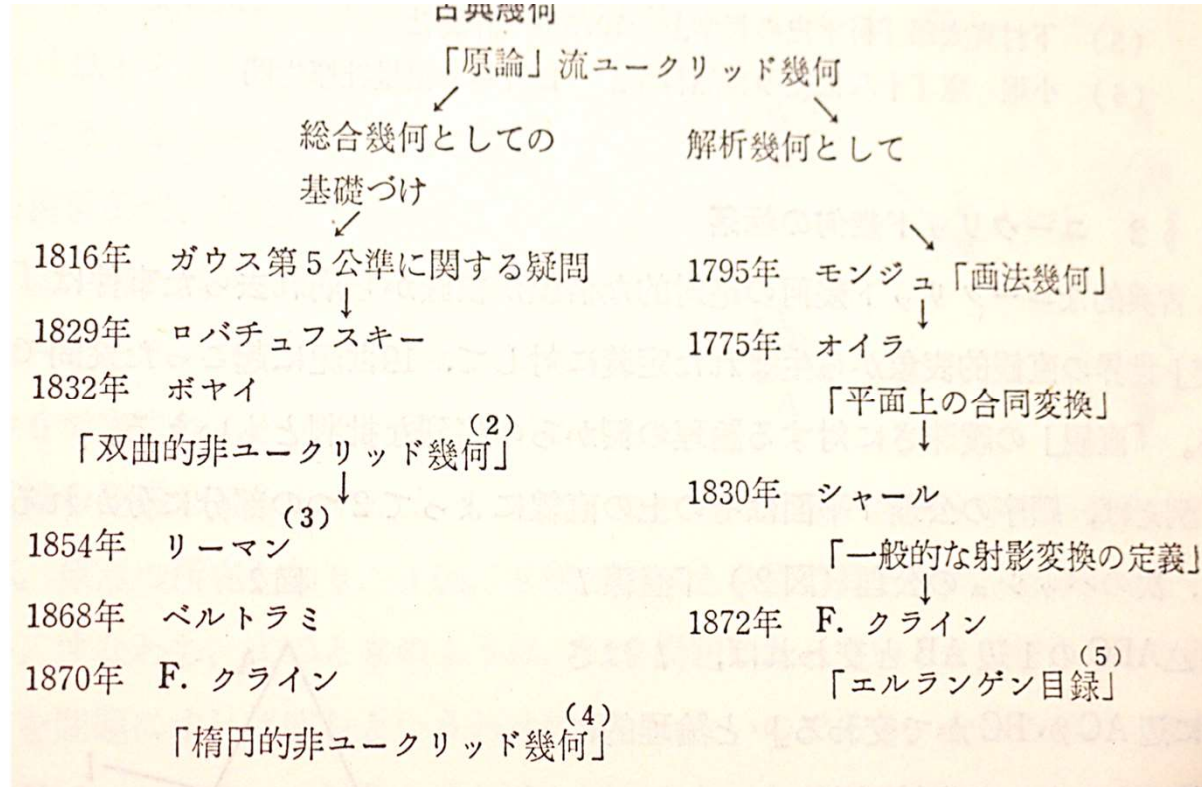
横地 清編「数学教育学序説下」  
1980.7 ぎょうせい

第V部 幾何への試み

1章 幾何教育のジレンマ、  
2章 中学校の幾何改造案一影の幾何導入の試み  
担当 町田彰一郎  
より

1959年 New Thinking in school Mathematics  
で、J.Dieudonneが “Euclid must go !”

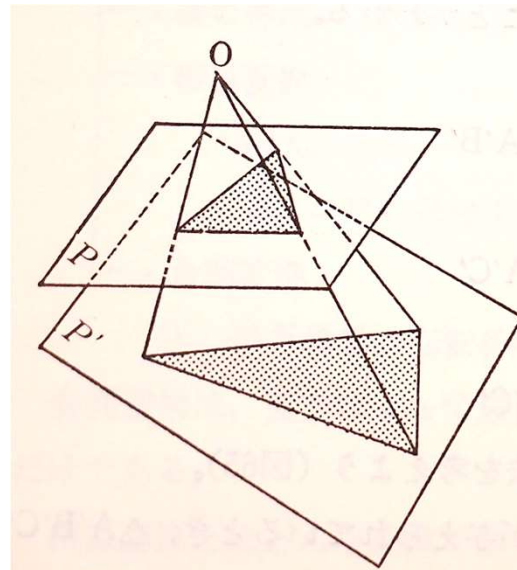
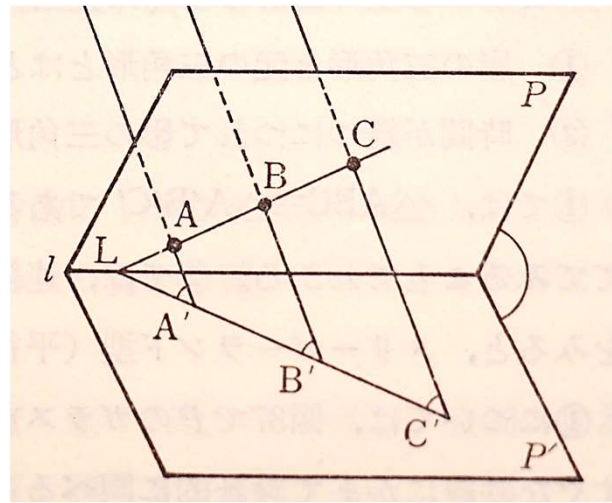
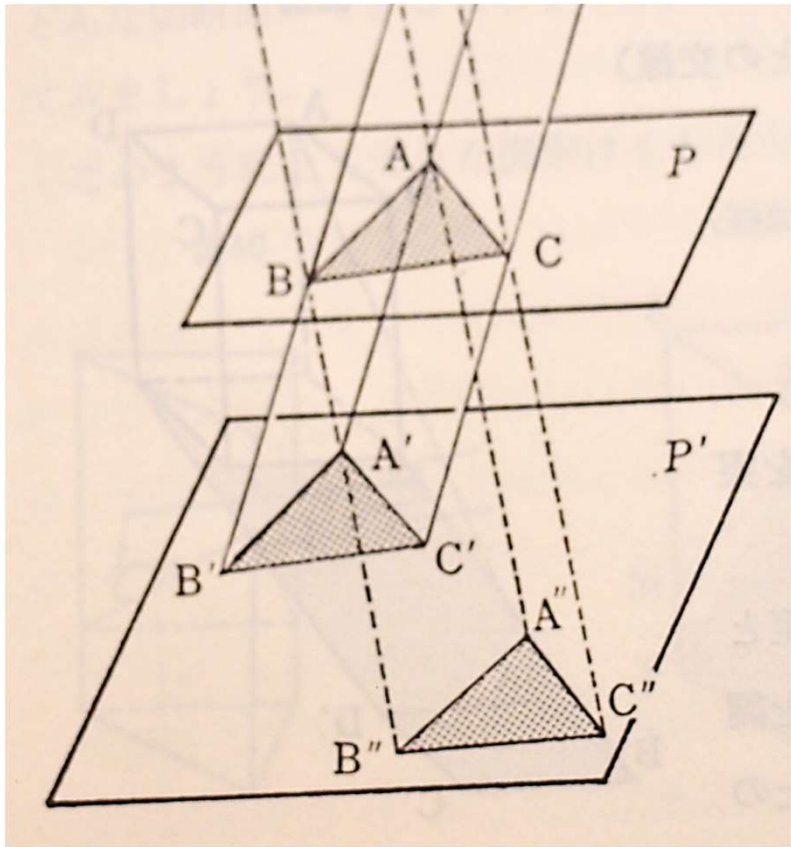
米国で端を発したNew Mathematics 運動が  
起きてはや30年を過ぎようとしている。



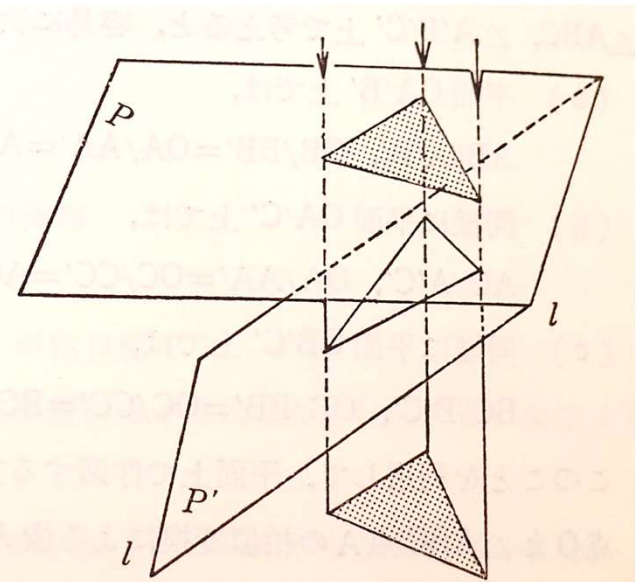


## アフィン変換

- • 太陽による変換  
縦の伸縮, ずらし
- • 横の伸縮 =  $90^\circ$  回転  $\oplus$  縦の伸縮  $\oplus$   $90^\circ$  回転
- • 相似変換  
拡大, 縮小  
= 縦の伸縮  $\oplus$  横の伸縮
- • 合同変換  
平行移動, 回転移動, 対称移動



[注]



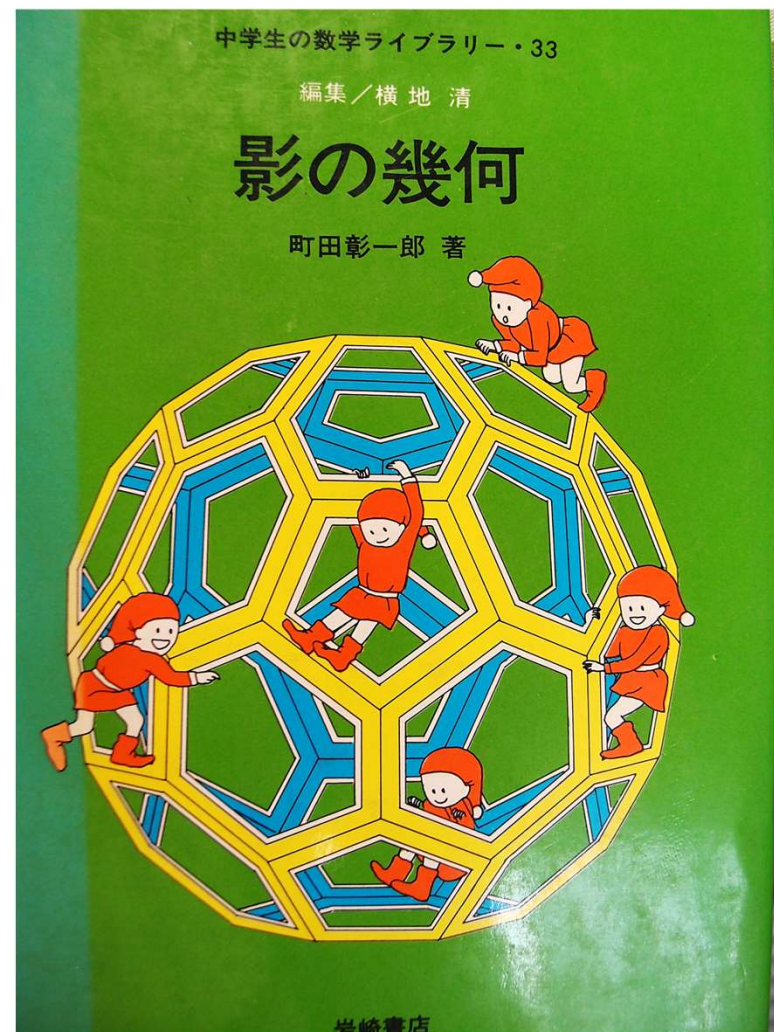


# 中学生の数学ライブラリー

編集／横地 清 (全35巻)

- |    |            |                |
|----|------------|----------------|
| 19 | 関数をさがす     | 山岸 雄策          |
| 20 | 直線の式を生かす   | 武井 宏彰<br>菊池 乙夫 |
| 21 | 点・直線・平面    | 菊池 乙夫          |
| 22 | 立体を追う      | 岡森 博和<br>鈴木 正彦 |
| 23 | 三角形・四角形の性質 | 若年 季雄<br>吉田 達也 |
| 24 | 円の性質       | 横地 清           |
| 25 | 相似を生かす     | 東野 貢           |
| 26 | 証明のくふう     | 志田 恵穂          |

- |    |             |                |
|----|-------------|----------------|
| 27 | 新しい幾何       | 平岡 忠           |
| 28 | 土地をはかる      | 森下 正義<br>鈴木 正彦 |
| 29 | 地球をはかる      | 吉田 達也          |
| 30 | 統計の社会探訪     | 田岡 巽           |
| 31 | 確率の目        | 町田彰一郎          |
| 32 | 数学史にひろう     | 岡部 進           |
| 33 | 影の幾何        | 町田彰一郎          |
| 34 | 探偵の数学       | 江連 彩           |
| 35 | 先生・母親にまけないぞ | 横地 清           |



1979年4月

当時、こうした体験から身近な事象を  
数学的な写像の考え、変換の考えを取り入れ、  
合同変換や太陽光線よる影の変換から、アフィン変換の考えの素地を  
育み、将来の数学教育のために「現代化の精神」を受け継いだより進ん  
だ数学への橋渡しをしているとの感覚をもっていた。

上記の意味で、今日の数学教育の立場から再び「現代化」の時代に行われた  
「教育内容の検討を含めた教育研究」の必要性を感じる。

現指導要領(H30年告示)では「課題学習」、「数学的活動」があるが、上記の意  
味の写像や変換の扱いは入っていない。

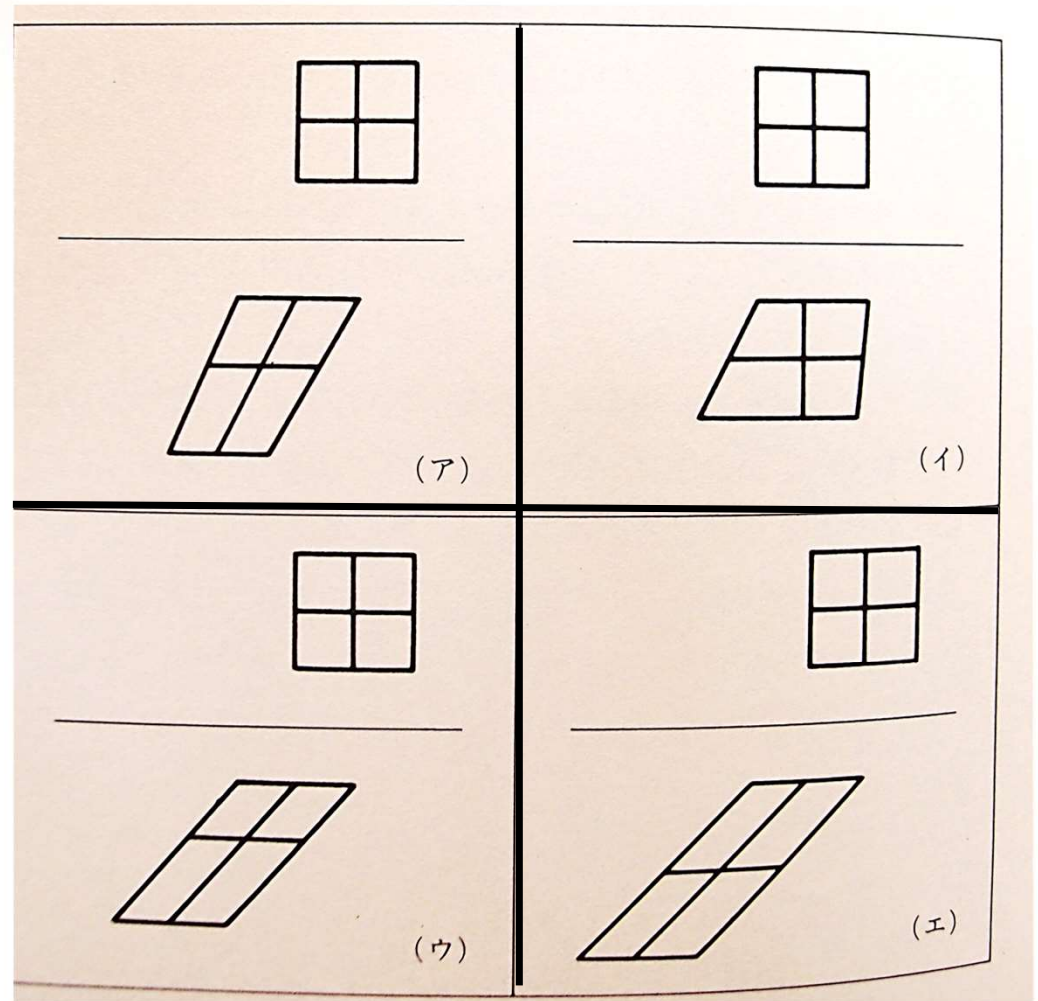
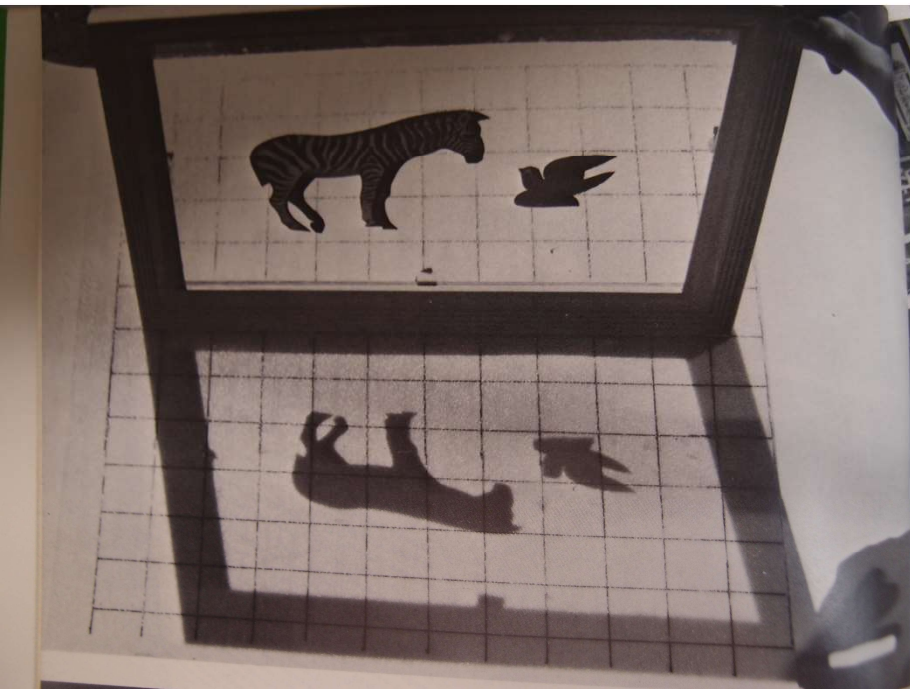
以下に、影の幾何の教材研究の事例の一つをあげる。



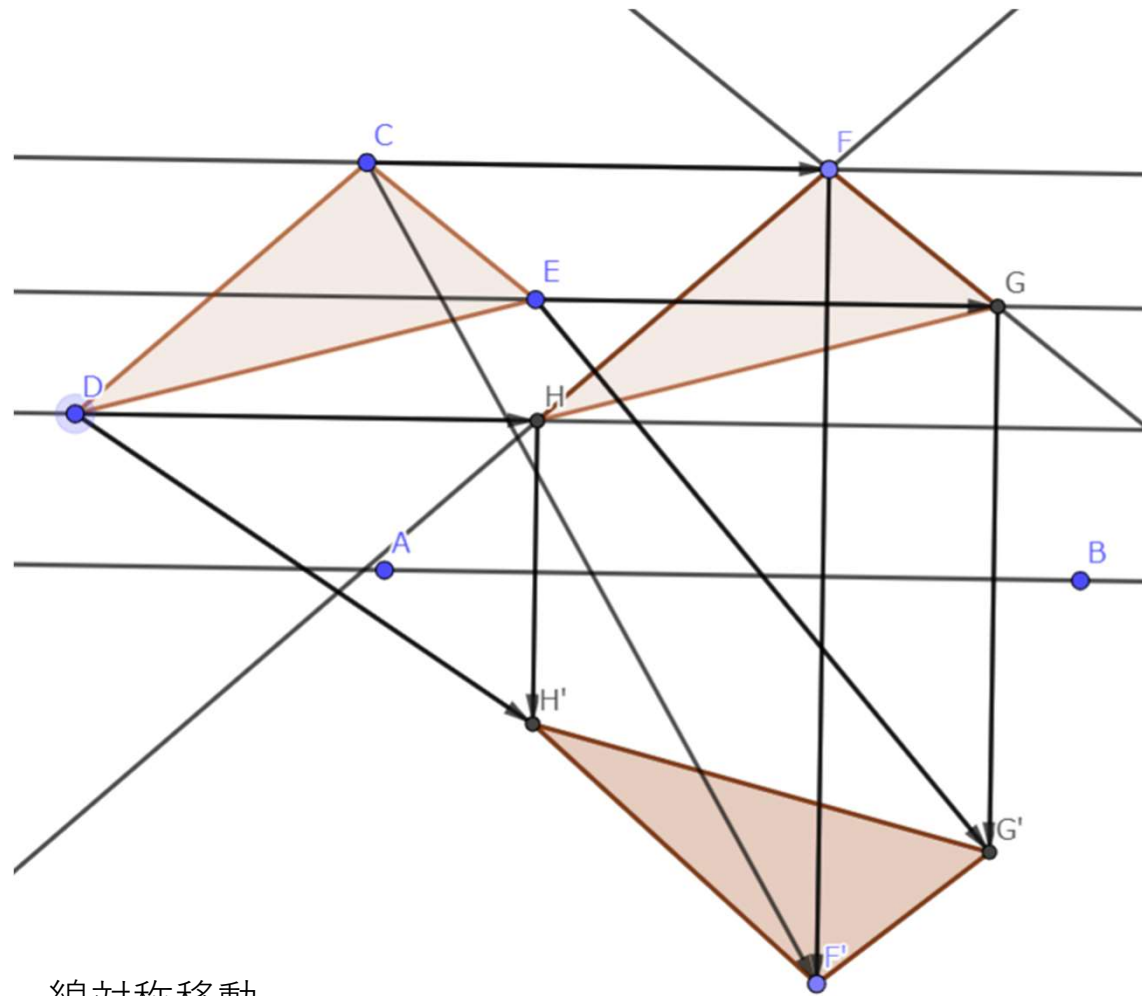
## § 2 太陽光線の幾何

**太陽光線** 窓から太陽の光が部屋の中にさしこんできます。まどの性質 わくが床に黒ぐると影を作っています。この光景を小中学生が書いたのが次の図です。ちょっとおかしいところがありますね。気がつかますか。

### 太陽光線によるアフィン変換 実験



太陽(平行)光線による影の観察調査問題  
正解の(エ)以外を選ぶ児童・生徒・大学生が多くいる

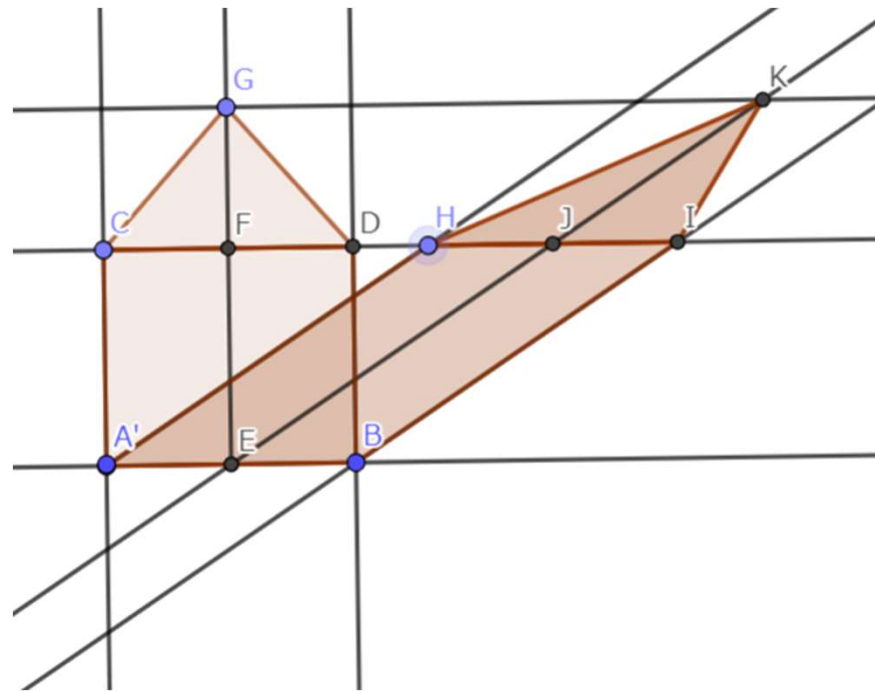


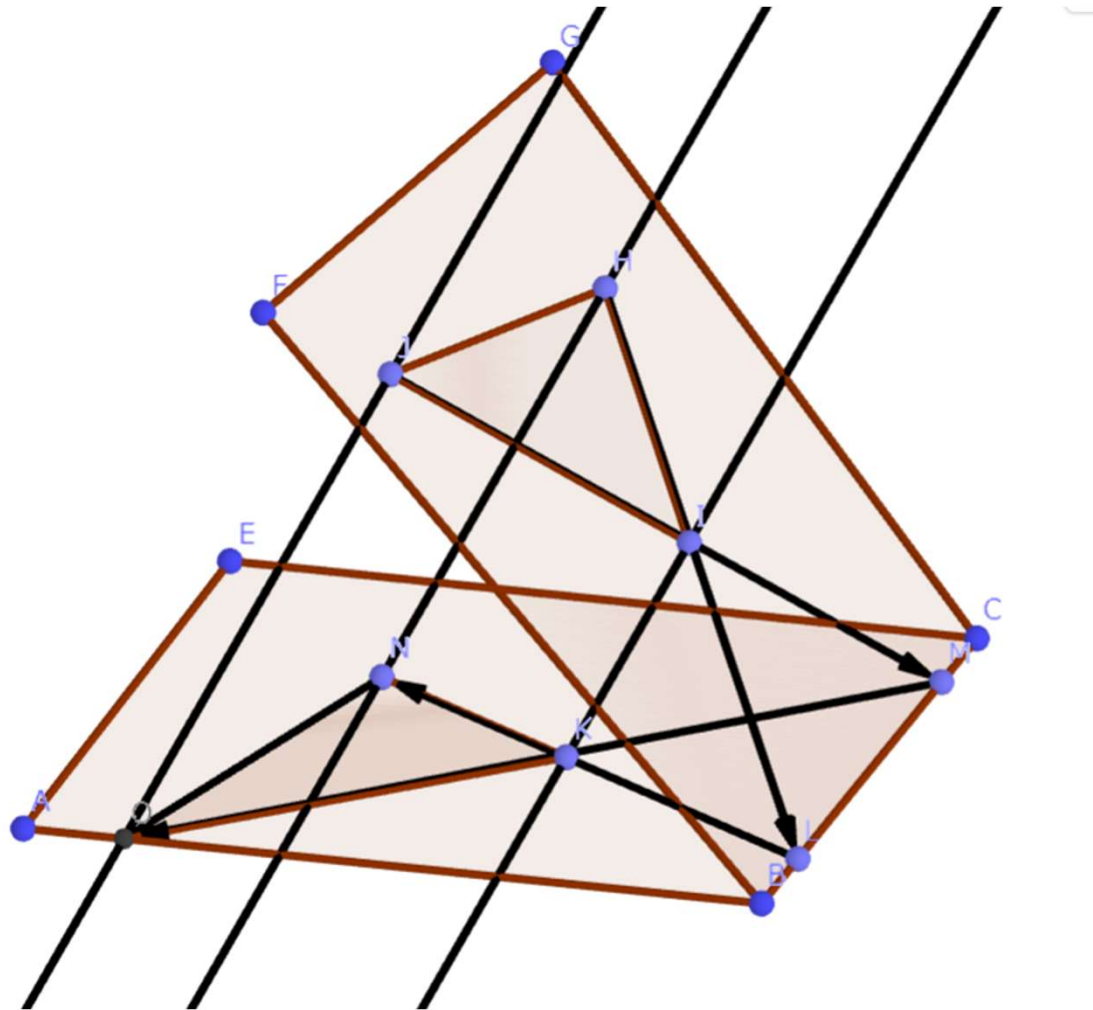
並進鏡映： 平行移動 → 線対称移動

Geogebra によるアフィン変換の様々な思考実験 その1



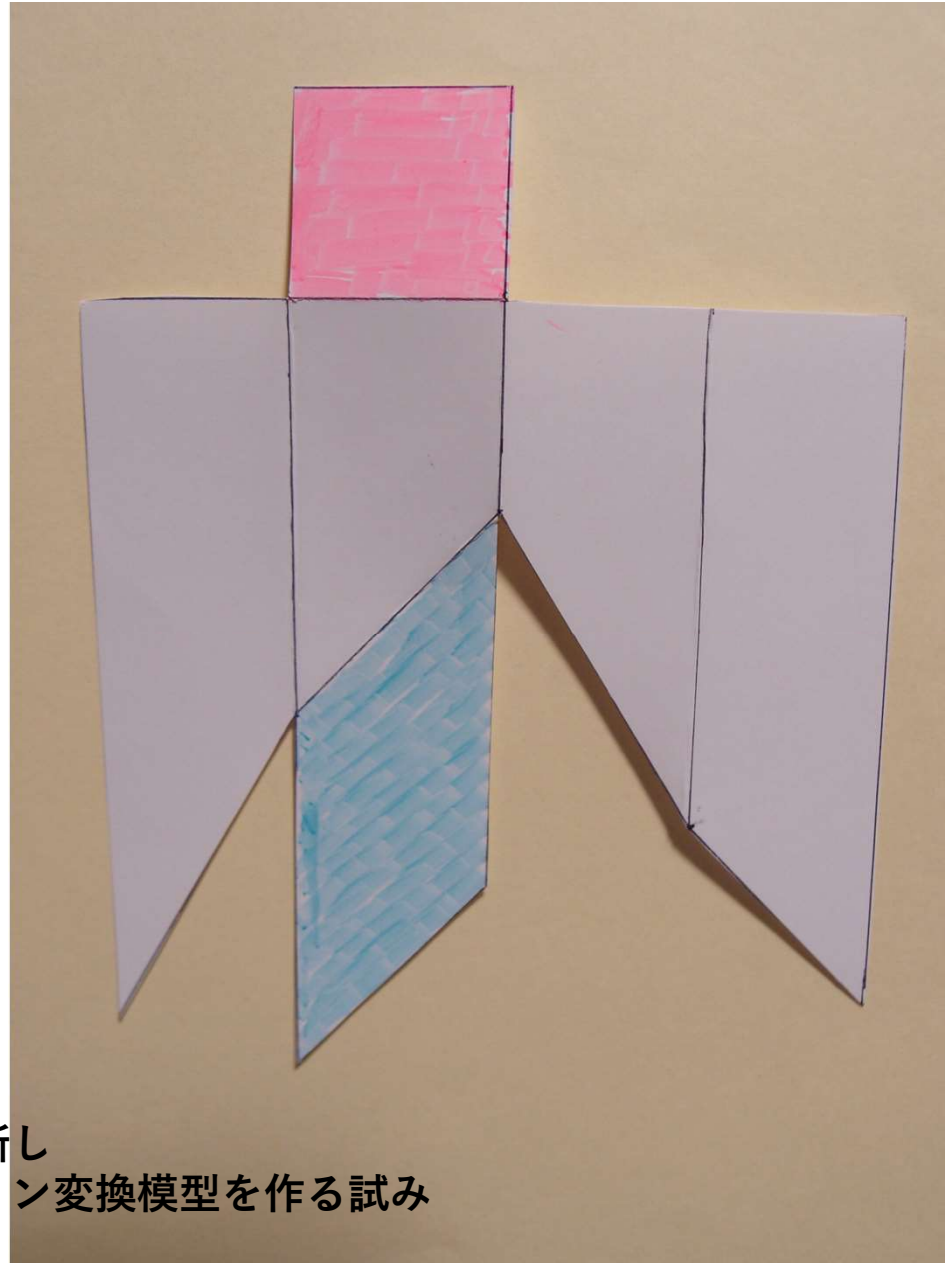
アフィン変換 その2





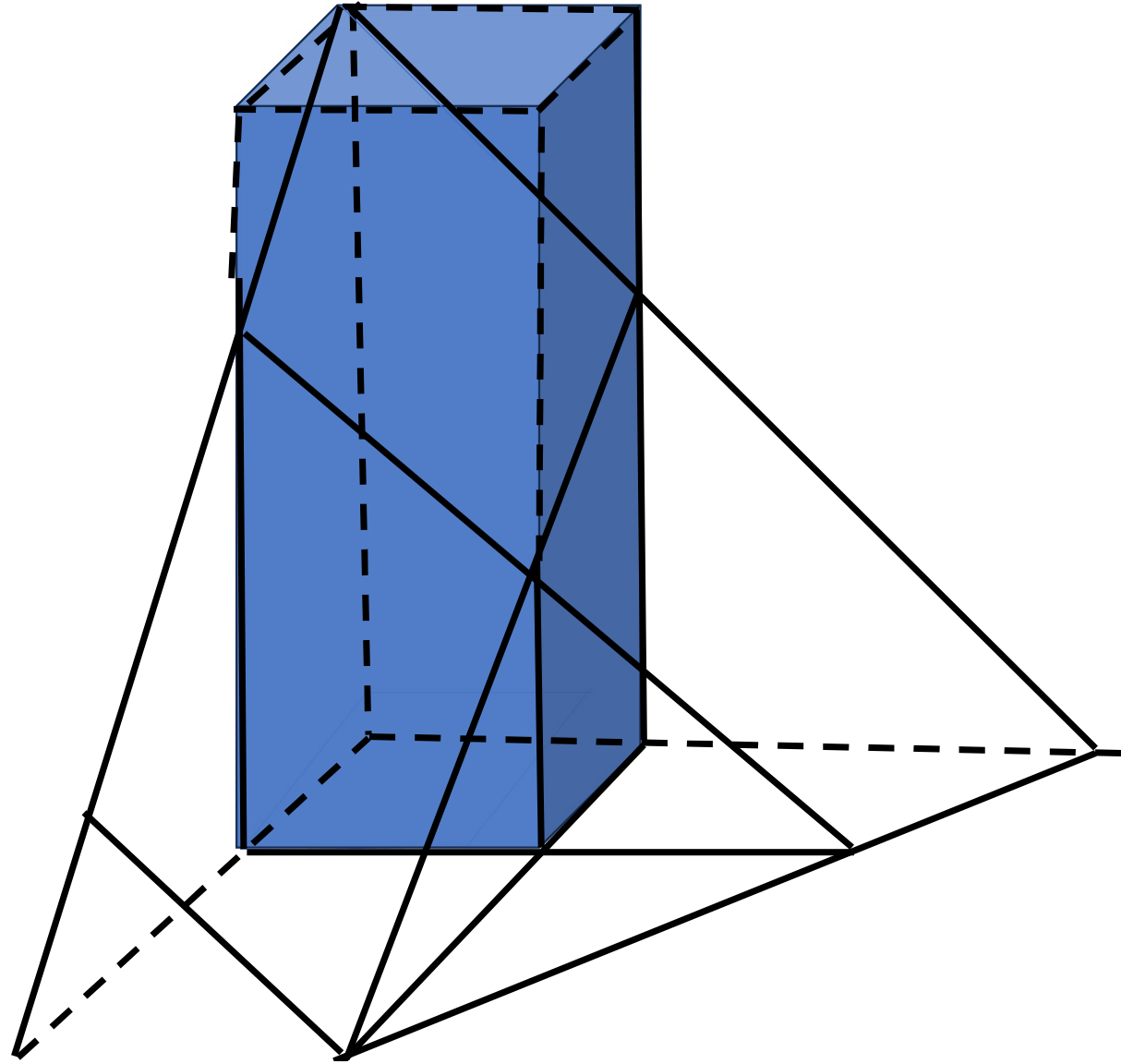
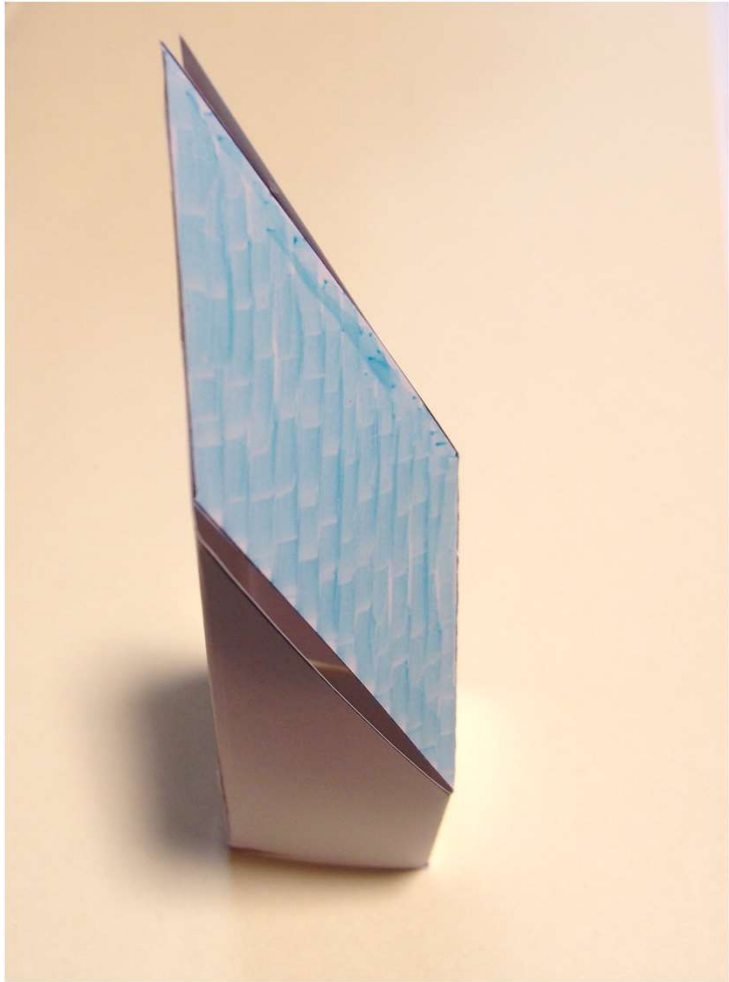
アフィン変換 その3





#### アフィン変換 その4

直方体を作り、それを平面で切断し  
正方形から平行四辺形へのアフィン変換模型を作る試み



正方形 → 平行四辺形 へのアフィン変換実験  
写像、変換概念の体験的指導 の後、  
行列等の数式を使った指導、また、射影、位相変換へ

## 「数学教育現代化」に関する著者による関連参考文献

- 1 町田彰一郎 「SMSGに関する一考察」、和光大学人文学部紀要 第3号、1968
- 2 町田彰一郎 「数学教育のプログラム評価と現代化 —NLSMGRリポートを中心に」、  
数学教育学会 研究紀要 1975/Vol.16/No.1・2
- 3 町田彰一郎 「アメリカの数学教育現代化における「第2の変革」における考察」、  
数学教育学会 研究紀要 1978/Vol.19/No3・4
- 4 町田彰一郎 「米国の教育改革 Agenda for Action の背景にあるもの」、  
数学教育学会 1986年度12月研究会
- 5 町田彰一郎 「数学教育「現代化」再考」、文教大学教育学研究科 JES Vol.4 No.1, 2011
- 6 町田彰一郎 「シンポジウム:日本の数学教育の成立過程と現代化以前までに引き継がれていたものとは」、  
数学教育学会 学会課題Study Group 研究報告集 2017,8,10
- 7 町田彰一郎、飛田明彦 「教育学部数学における教科教育と教科専門との役割」、  
数学教育学会会誌 2016/Vol 57/NO 3・4
- 8 町田彰一郎 「複雑系社会観から見た今日の数学教育の課題」、  
大阪教育大学数学教室 2013年度 数学教育研究第42号  
8のテーマに関連して、「関数的思考、自己相似集合、フラクタル」を教科専門の立場から9で扱う
- 9 飛田明彦、町田彰一郎 「教育学部数学・教科専門における教材事例研究」、  
数学教育学会会誌 2016/Vol.57/No.3・4