

地図投影法指導上の問題点

— 現行教科書の分析と新旧教育課程による比較研究から —

高 森 充

新学習指導要領社会の「地理A」及び「地理B」において、地図の指導が重視され、多くの教科書は地図の単元を独立させ、指導計画の初めにもってきている。地図の重視はもとより必要であるが、地図投影法の指導内容には多くの問題点がある。ここでは特に最も基本的な地図における「方位」の取り上げ方について、現行教科書の不統一、むしろひどい混乱状態ともいべき問題を提起しよう。

1. 研究のねらいと方法

- (1) 現行教科書における方位概念の混乱、定義の不統一を分析する。
- (2) 新旧教育課程について（高1の地理と高2の人文地理の2クラスを選んで）メルカトル図法と正距方位図法による地図のテストを比較検討する。
- (3) これらの分析を通じて、地図投影法指導上の問題点を明らかにしたい。

2. 教科書の分析——メルカトル図法と方位図法の対比において——

“メルカトル図法を誤解している人が多い”（地図の正しい教え方——保柳睦美），“誤った方位の観念を植えつけたメルカトル地図”（地図学習法——野村正七）といった形で、近年メルカトル地図の指導に外くの批判はなされているが、現行の教科書そのものにひどい混乱のあることを指摘したい。

(1) 先ず教科書のメルカトル図法の説明について若干の例をあげよう。その場合、著しい2つのタイプがあげられる。

(A) メルカトル図法を透視円筒図法として誤解を生む説明をしたもの。

〔例1〕 視点を地球の中心におき、これに接する円筒に投影して開いたものが円筒図法でメルカトルもこの一種である。……この図法は等角で経緯線は常に直交しどこにひいた直線も正しい方角を表わしている。(S社地理B) (傍線筆者、以下同じ)

〔例2〕 これは展開図法のうち円筒図法に属し、経緯線とも直線で現わされている。この図法は方位が

正しく示されているので、航海用に適し海図に利用されている。(N社 地理B)

メルカトル地図はもともと近世における大洋航海において、羅針盤をたよりに航海をする場合、舵角がたやすく求められることから海図として大きく利用されたものである。これが従来、世界全図（厳密には世界を描けないのだが）として小縮尺の地図にも使われ、地図帳や掛地図として教材にも幅をきかせてきた。しかし〔例2〕のように経緯線が直線で現わされているから、方位が正しいというのは重大な誤解を生む。メルカトル図法に於いて等角航路が直線で示されることから、或る1点から1点への方位を経線と等角コースとのなす角で方位を定義するならば、方位図法に於ける中心の1点から他の1点への方位とは言うまでもなく異った方位が示される。

従って無限定にメルカトル地図は方位が正しいといった説明は誤った理解に導き易い。例えば東京から見たサンフランシスコの方位は、“ほぼ真東だ”と考え易い。しかし東京から真東へ飛行機を飛ばせば、それはサンフランシスコではなく南米はチリのアタカマ砂漠の当りへ飛ぶことは言うまでもない。このことから航空機時代、ロケット時代の地図として、メルカトル地図による方位概念では全くの時代遅れと言わざるを得ない。

従って、メルカトル地図の説明は正角図法としての長所と短所、特に角が正しいとはどういう意味かを厳密に説明する必要がある。

(B) メルカトル図法＝角の正しい図法として比較的良好に説明した教科書の例

〔例3〕 ……地表の2点を結び、その間の各経線と一定の角で交わりながらすすむ線、つまり2点間に行くのに絶えず磁針の方向を一定にしておけばよいという航路（正角又は等角航路）が直線で示される。(T社、地理B) しかし、この説明ではまだ不十分と考えられる。従って同上指導書程度の説明が是非必要である。即ち

(例4) 角の正しいということを第一のねらいとした地図で透視円筒図法と誤解されることが多い。正

角であるための条件は緯線方向と経線方向との拡大率が同じでなければならないから、緯線の経線をきりとり長さはメルカトルでは作図的に求められず、計算によって求めたものである。……

この図の欠点は高緯度に向う距離の歪みが拡大すること、誤った方位の概念をうえつけることである。メルカトルではアメリカは日本の真東にあるが、実際は日本の北東～北北東に位置し、真東はチリ・アルゼンチンである。(T社・指導書)

(2) 方位図法の地図

現在は航空機の時代である。世界が航空交通で結ばれてくると最短距離(大円コース)がたやすく直線で表わされ、また世界を一目でみることのできる地図が極めて重要となってくる。なかでも正距方位図法の地図は航空機時代の地図として、教材としても重要であろう。いわゆる「メルカトル図法から方位図法の時代へ」であるが、現行教科書必ずしも全てこの地図を取りあげていない。例えば9種の地理教科書についてみると、

- { 海図図法(等角図法)重視のもの……3
- { 航空図(方位図法)重視のもの……4
- { 中間型……2

となっている。

しかし、方位図法を扱っていても次の例の様に同一教科書で次のような混乱が見られる。

この場合、メルカトル図法と方位図法の明確な違いについての説明が不十分であり、指導上困る例をあげてみよう。

〔例5〕メルカトル図法……円筒図法の緯線間隔の拡大率を経線間隔の拡大率に等しくした近代的な世界図の図法として最初にあらわれたものである。高緯度地方の拡大率が著しく大きいが、方位は正しいので、等角航路が簡単に求められる。(G社・地理B P.9)

〔例6〕正距方位図法……透視図法の応用図法で、緯線間隔を地球上のそれに比例するようにしてある。……任意の点を中心とした斜軸の図は、中心から世界の各地点に至る最短経路が直線で示され、距離がたやすく読み取れるので、航空や世界各地からの電波の方向を正しくとらえるときに利用する地図に用いる。(G社・同上)

例5や例6からすれば、方位や方向の定義が全く不十分であり、このままでは認識上の混乱は避け難いであろう。例5にいう方位とは、いわば磁石方位というべきであり、等角航路とは何かについて、説明が全く不十分である。このままでは例6の方向とは何かも誤って理解されるであろう。

比較的要領よく説明している教科書として、

〔例7〕地球の表面を地図に現わすには、いろいろの投影図法が考案されている。そのうち地図上で面積のひずみがないようにくふうされたものを正積図法、角のひずみがないようにくふうされたものを正角図法、図の中心点から図上の各点にいたる最短通路が直線で現わされ、かつ方位角がたやすく読みとられるように考え出されたものを方位図法と呼んでいる。(S社・地理A)

要するに、どのような地図であれ、球面を平面に投影する以上、正積、正角、正方位、正距……全ての条件を満足する地図はあり得ないわけであり、使用の目的に応じて地図が選択されなければならないことを、現行教科書は必ずしも強調していない。しかも最も基本的な「方位」についてすら、既に見たように、方角、方向、方位、方位角、磁石方位、航角等の用語が定義不十分のまま、現行教科書に不統一に使われている現状である。検定をうけてきた教科書にしてこの状態であるから、各種学習参考書も又、全く不十分であり、大学入学試験問題にも不適当な出題が少なくない。

〔例8〕次の図法による地図の特徴と用途について、下にかかげた各項目のうちから、最も正しいと思われる項をあげ、下記の解答例にならって記しなさい。例 D-5-H

(図法) A. 心射図 B. メルカトル図法 C. ボンヌ図法

(特徴) 1. 方角が正しくあらわれる。 2. 形の美しい正積図 3. 2点間の最短距離が直線で求められる。 4. 面積は正しいが方位がゆがむ。

(用途) イ. 州別地図 ロ. 世界全国分布図 ハ. 航空図 ニ. 海図 (小樽商大)

この場合(B-1-ニ)と答えることを求めているようだが、既に述べたように適切な出題といえないだろう。

〔例9〕地図の利用に関して、次の場合の(1)~(4)は下のどれを用いるか答えよ。

- (1) 外洋を航海する場合
- (2) 北海道の人口分布をあらわす場合
- (3) 世界の炭田分布を示す場合
- (4) 農地改革のため土地を分割する場合
 - (a) 方位が正しく示される図
 - (b) 面積が正しく示される図
 - (c) 形が正しく示される図
 - (d) 以上のいずれもかねた図

- (イ) 縮尺千分の一以下 (ロ) 五万分の一内外
- (ハ) 百万分の一ないし五百万分の一
- (ニ) 千万分の一以上 (東京大学)

地図投影法指導上の問題点

答えは(1)-(a)-(イ)とし、メルカトル図を予想している様であり、受験参考書は「解法の技術」と称して、方位の正しい図……メルカトル図として解説を加えている。こうなると方位図法を学んだ生徒や、今日では大洋航海の場合、等角航法ではなく、時間と燃料を節約するために大圏航法をとっていることを知っている生徒はかえって解答に困るだろう。しかし現実にはこのような問題が出され、教科書のいくつかは、「メルカトル地図は方位が正しい」と説明している以上、方位図法という方位との概念の違いをはっきり教える必要がある。

「一点Aから見た他の一点Bの方位とは、A点を通る経線が、A・B二点を通る大円とA点において交わってなす角＝方位角によって決められる。」従って、『こうした方位の決定を可能ならしめている条件は二つある。一つは方位図法の地図上では、例えば、東京とロンドンとを連ねる直線が大円であるということ、もう一つは、図上で測定された23.5°という値が、地球（地球儀）上で測ってえられる方位角と一致すること、即ち方位図法の地図はその中心においては正角であるということである。メルカトル図上で方位角が得られないのは、メルカトル図法は正角図法であるから、後の方の条件は満足しているが、前の方の条

件を満足することは一般にはできないからである。よく、メルカトル図法は角が正しく測られる図法だから、正しい方位が得られるはずだといいはる人を見受けるけれども、それらの人は、正しい方位角が測られるためには、正角という条件に、さらにもう一つ条件が加わらなければならないことを理解していないのである。』（野村正七、地図学習法、P.102）従って「メルカトル地図は方位が正しく現わされる。」のではなく、「メルカトル地図上ではどの地点でも角が正しく現わされる。」ということである。結局、メルカトル図上では、経緯線が直線で、たがいに直交しているために、平面上における東西南北の方位との結びつきが極めてたやすくなされる所に問題があり、根本的には、平面上の方法を球面上に拡張して用いられる所に誤りがあると云わざるを得ない。

従って大圏方位、近みち方向という概念を導入しなければ、航空機時代の方位の概念指導にふさわしくないといえよう。

以上のまとめとして、今仮りに

(経緯線方位中心のもの)→A型

(経線大円方位中心のもの)→B型

として、10種ばかりの教科書、指導書等の内容を分類すると、次の表のようになる。

(表1)

方位定義	内 容	教科書(9種)									◎の計	
		S	N	Si	T	To	Ni	G	K	Y		
A型	メルカトル図法	○	○					○	○	○	○	6
	方位図法	×	×					○	○	○	×	3
	方位の定義	△	◎					△	△	△	△	1
B型	メルカトル図法			◎	◎	×	○	△	◎	◎		5
	方位図法			◎	◎	○	○		◎	◎		6
	方位の定義			◎	◎	○	△		◎	◎		5
備考			A型		B型		中間		二種類の教科書			

(注) ○説明あり ◎教科書及び指導書にかなり詳説 △説明不十分 ×ほとんど説明なし

一般にB型(経線……大円方位型)がメルカトル図法についてもくわしく説明しており、方位の定義にも注意しているが、それにしても方角、方向、方位、方位角、磁石方位、舵角等の用語が定義不十分のまま、不統一に使われており、この傾向は特にA型に著しいといえる。この点は教科書そのものの不備として、早急に訂正されて然るべきであろう。

3. 新旧教育課程について、メルカトル図法と正距方位図法による地図理解の比較。

先に述べたような教科書、学習参考書、入試問題、さらには生徒が長い間メルカトル地図による世界像によってどのような誤った認識をもっているかを検討するために次のようなテストを試みた。

(方法) 別掲のように No.1 東京中心の正距方位方法による地図と No.2 メルカトル図の2つの地図について、高1の1クラス(新教育課程による地

理の学習者、1学期に地図単元の学習済み)と、高2の1クラス(旧教育課程による人文地理の学習者で地図単元はまとめて学習していない)について同じテストを実施した。

○地図についてのテスト(No.1)

I. 次の図は、東京を中心とした正距方位図法による世界地図である。この図上では東京から放射する直線をひけば、それは東京を通る大円の弧を示し、東京をとりまく同心円を描けば、それは東京からの等距離を示す。

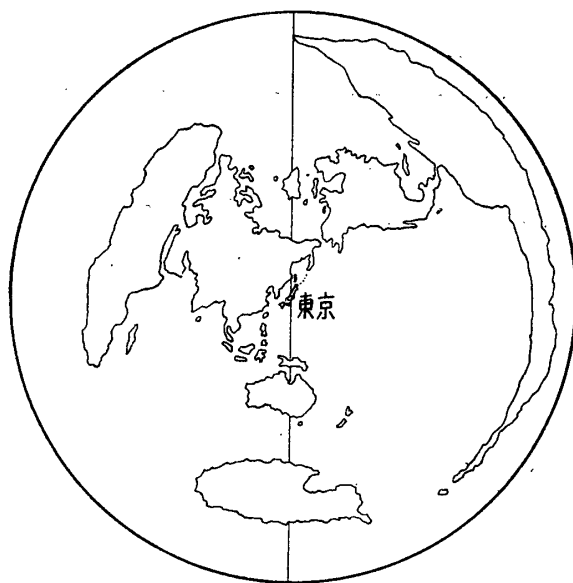
(問1) 東京から見て、(A) サンフランシスコ及び(B) ロンドンの方位を16方位に従って、そのおおよそを答えよ。

答 (A) _____ (B) _____

(問2) 東京から次の4つの都市に至る最短距離を比べると、一番近いのはどれか、○印をつけよ。

シドニー ロンドン カルカッタ ホノルル

(問3) 東京から一番遠い国をあげよ。



0 5000 10000 15000 20000km

(東京よりの距離)

(テスト)

対象 高校1年(B組 51名)

高校2年(B組 51名)

日時 昭和38年12月17日 各組 50分

(問4) 次の文が正しいときには○印、誤りならば(A)~(D)のどの部分が誤りかを記号で□内に答えよ。

東京から見たサンフランシスコの方位は(A)北57度東であり、そこに至る距離を大円コースで比較すると

(B) シンガポールより遠く、(C) コペンハーゲンよりは近い

(D) 東京から見た真東はチリのアタカマ砂漠の当りであり

(E) 東京から見た真西はアフリカのケニア当りである。 □

(問5) 下の地図についてあなたの感想をのべよ。

II. 次の地図はメルカトル図法による世界地図の一部です。これを参考に次の問いに実際の地球を頭に入れて、よく考えて答えよ。

(問1) グリーンランドとインドをくらべるとどちらの方が面積が大きいか。 _____

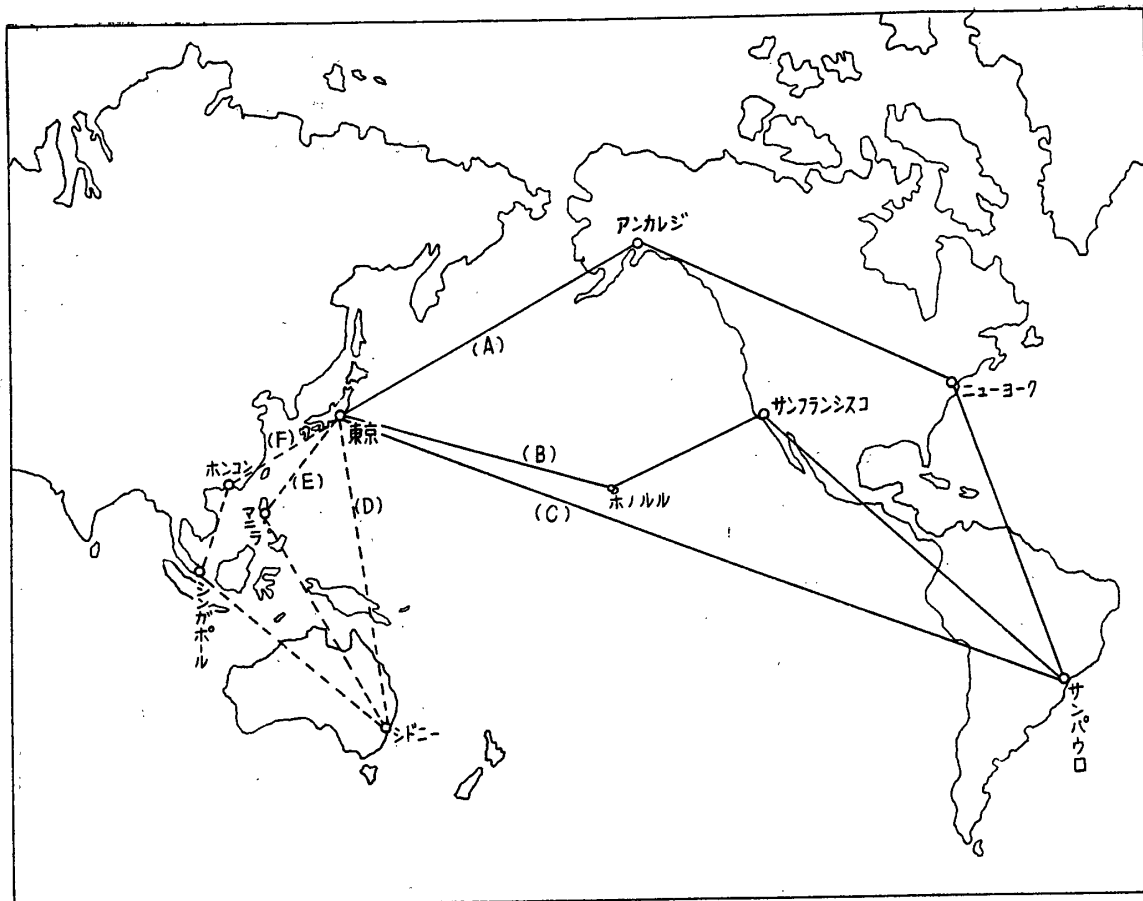
(問2) 次の図の中に航空路が描かれている。

① ブラジルのサンパウロに行く場合の最も近みちはどのコースか、図中の符号で答えよ。 □

② オーストラリアのシドニーに行く場合の最も近みちはどのコースか。 □

(問3) 次の説明のうちメルカトル図の説明として正しいものに○印をつけよ。

1. 形の美しい正積図である。
2. 方位が正しくあらわれる。
3. 2点間の最短距離が直線で求められる。
4. 経緯線が直交して描ける。
5. 航海のときの舵角がたやすく求められる。
6. 面積は正しいが方位がゆがむ。



4. テスト結果の分析

まず総合点 (10点法) — No. 1 = 5点, No. 2 = 5点をH1 (新課程) とH2 (旧課程) について比較すると次の表の通りである。

(表2)

クラス	10点	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	平均
H 1		0	0	1	1	0	3	7	10	13	14	2	51	7.49
H 2		0	1	0	4	9	10	10	9	5	3	0	51	5.67

(注) 問題数10, 10点満点の得点分布

H1 (新課程による地図単元の学習クラス) が, H2 (旧課程による学習クラス) よりかなりよい成績を示し, 平均点において1.82の差があり, 8点以上の成績はH1が29名とクラスの過半数を占めているのに対し, H2は8名に過ぎない。H2の場合, まとまった単元として地図投影法を学習していない結果と考えられるが, 誤答の内容, No. 1, No. 2の地図による両クラスの成績をさらにくわしく検討しよう。

No. 1 (東京中心の正距方位図) による両クラスの成績比較

(表3)

クラス	5点	0	1	2	3	4	5	計	平均
H 1		1	3	9	12	21	5	51	3.25
H 2		4	7	13	15	12	0	51	2.41

正距方位図は普段余り見なれていない地図であり, 特にH2の場合, 系統的に投影法の学習を行っていないので成績は5点満点の半分に満たない不成績である。

誤答数を比較すると次の表の通りである。

(表4)

問	答	H 1 (51)	H 2 (51)
		誤答数	誤答数
1 A	北 東	13	22
B	北北西	8	14
2	カルカッタ	12	28
3	アルゼンチン	16	23
4	○ 誤りなし	39	42

H2が一般に誤答数が多いのは当然だが, それにしても目立っているのは, 両組とも問4の誤答が多く, 誤りの箇所として, A, D, Eを指摘しているものが多いことである。このことは, 正距方位図が与えられているにも拘らず, 従来の通念又はメルカトル図における方位概念から, 例えば (D) の「東京から見た真東はチリのアタカマ砂漠の当りである」という説明を「誤り」と判断しているのであろう。従って, そう判断した生徒のほとんどは, 例えば感想において(問5) 次のように述べている。

「方位が日常の感覚とずれていて変な感じがする」
「メルカトル図とかなり違っているのでみにくい」
逆に「誤りなし」と答えたものは、

「東京からある地点までの方位や距離が正確にわかるので好都合だが、日本からはなれるほど形がくずれていく……」「こういう地図の場合、地球儀をよく見ることの必要性を痛感した」といった正しい判断をしている。

それにしても、H1(地図投影法の学習クラス)ですら、問4の誤答率が高い(約78%)ことは、いかにメルカトル図的な方位概念が侵とうしているかを示しているといえよう。

No. 2(メルカトル図)による両クラスの成績比較。(表5)

5点 クラス	0	1	2	3	4	5	計	平均
H 1	0	0	3	2	26	20	51	4.23
H 2	0	2	16	14	8	11	51	3.17

メルカトル図は小学校以来、しばしば教材として取り上げられてきているので、両組ともNo. 1に比べてよい成績であり、特にH1については、メルカトル図の特色をかなりくわしく学習(1学期)してあるので非常に好成績である。

しかし誤答の内容を検討してみるとかなり問題が多い。まず両クラスの誤答数を比較すると次の表の通りである。

(表6)

問	答	H 1 (51) 誤答数	H 2 (51) 誤答数
(1)	インド	5	15
(2) ①	A. (大圏コースに近い)	3	24
②	D. (")	27	16
(3) ④	経緯線が直交	2	4
⑤	舵角がたやすく求められる	4	30

H2については問3の④、即ちメルカトル図の特色として、「経緯線が直交して描ける」という問題は誤答数が少なく、好成績だが、他の問いはかなり誤答が多く、誤答率は30%~60%に及んでいる。このことは「実際の地球を頭に入れて、よく考えて答えよ」という設問にも拘らず、特に大圏コースの概念や、正角図法として、「舵角が求めやすい」ということが正しく理解されていない。

さらに問題は、H1の場合、一般に誤答率が低い(4%~10%)にも拘らず、特に問2の②「東京からオーストラリアのシドニーに行く場合の最も近みちはこのコースか」という問いに多くの誤答が認められ

る。(約53%)。このことはメルカトル地図の上で大圏コースが、「高緯度地図ほど見かけ上遠まわりに見える」ことをそのまま経線方向にも当てはめた結果と考えられる。「全ての経線は大円である」という初歩的な理解に欠けている点は指導上重大な反省を求めていると言わなければならない。このことから地球儀による指導の重要性が今更ながら痛感される。

おわりに

既にそれぞれの箇所で指導上の問題点を指摘してきたが、まとめとして、次の諸点を再び強調しておきたい。

(1) 現行教科書は地図の単元を重視し、地図投影法についても、いろいろの地図の特性に応じて、その理解と応用を求めているのは結構であるが、数多い図法から、基礎的かつ重要なものを精選して、系統的、体系的に教材編成をすべきであろう。そして地図の分類については、むしろ地図の特質面から、正積図法、正角図法、方位図法、その他の図法にわけ、その代表的なものを十分に理解するようにしたい。

(2) 現行教科書に見られる方位用語や、図法用語の不統一や定義、限定の不十分さはいたずらに生徒を混乱させることになろう。従って、教科書の内容整備が不可欠である。

(3) メルカトル図法から方位図法の時代にふさわしい指導の内容と方法を一そう検討すべきである。

(4) 教具として地球儀(特に大型の地球儀黒枚等)の必要と、方位図法による世界地図、掛地図等が必要であり、教材教具の整備が望まれる。

しかし、一方、一部の地理学者が主張するように「メルカトル地図を教室から追放せよ」といった主張は正しくない。何故なら、現実にメルカトル地図はなお多く利用されているし、その利用の仕方を正しく批判するためにも、メルカトル地図の特質は十分教えなければならない。メルカトル図法のかけがえのない長所(角の正しい地図)——正角図法の代表例として重要である。

即ち大縮尺の海図(沿岸航海用)や赤道付近の地図としては小縮尺としても十分利用出来るし、さらに横メルカトル図のように大縮尺の地図としても今後大いに利用されるであろう。問題は小縮尺で世界地図(厳密には世界地図は描けないのだが)として教材やマスコミ関係に利用されていることである。当然その得失と、限界について十分な指導が必要となる。

なお、今後の研究課題としては、地図投影法指導のどのような手順が、時代の要請に答えられる正しい地図認識、世界認識を生徒に与えることが出来るか、指導の内容と方法について、さらに研究と実践が必要である。