

# マイロナイトと地形の変動に関わる考察

一棚倉構造線の北方延長問題に関連して一

米沢中央高等学校 科学部(2018)

## 1. 研究の動機

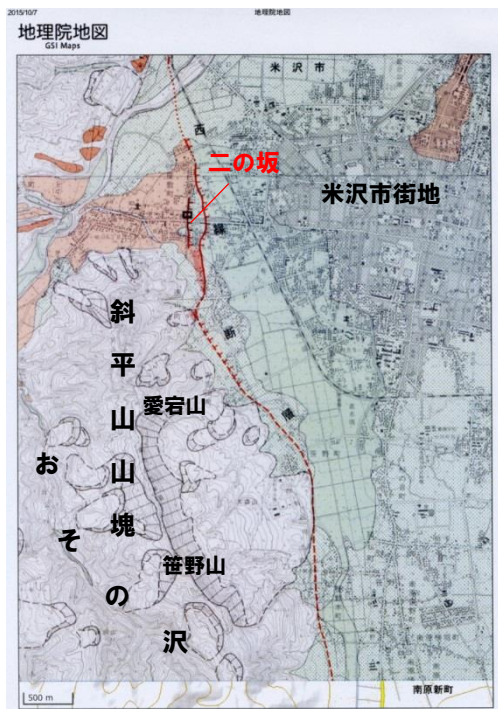


図1は、2011年に発表された国土地理院発行の都市圏活断層図「米沢」から引用した米沢盆地西縁断層の鬼面川以南の部分である。米沢市街地西部の矢来と館山の境界をなす「二の坂」が活断層であることが実線で示されている。そして、その南への延長が点線の不確実な活断層として斜平山東斜面の山麓沿いに笹野本町まで伸びている。断層の存在を意識して斜平山を見なければならぬのだと思った。そこで、本校科学部は米沢市民の山である斜平山を断層地形という見方で研究してみようと考えた。

以下に、2012年から6年間の研究成果をまとめた。

図1. 米沢市街地西部の活断層(電子国土 Web より)  
澤 祥・石山達也・今泉俊文・岡田篤正・熊原康博・中田 高(2011) :  
1:25,000 都市圏活断層図「米沢」 国土地理院技術資料 D1-No.580  
より引用

## 2. 斜平山山塊の地形形成に関する考察



写真1. 米沢市街地から見える斜平山山塊東斜面(2013年2月26日6:49猛吹雪の翌朝に撮影)  
新雪の白さが愛宕山から笹野山にかけての崩落崖と崩積土の境目を際立たせている。また、愛宕山、羽山、御成山の北東に張り出した地形の盛り上がりの状況がわかる。低地との境界部分が斜面に沿って盛り上がっているように見える。

図1に示されているように、笹野山から愛宕山にかけては、崩れ落ちた崩積土が山麓地形をなしている。愛宕山から御成山にかけては、崩れ落ちてはいないが低地から盛り上がったような山麓地形が見られ、これらは東斜面全体として低地からの比高がほぼ同じ地形面を形成している(写真1)。なぜ、このような地形が形成されたのか、最初にこのことが疑問点として浮かび上がった。そこで、地形の特徴を調べるとき、地形図の等高線では分かりにくいので、東京書籍発行の理科総合B(歴史としてみる自然)、

第4編地球の変動と景観，探究1，表計算ソフトを利用した立体画像による地形解析の手法によって，斜平山山塊を立体化し，その画像をさまざまな方向に回転させて，解析を行った．その結果，山体全体がおその沢に沿って断裂していること，N22°Wという方向が斜平山山塊の山体形成に関わる構造線の方向であることがわかった(図2の黄色い点線は上下にまっすぐ引いたものである)．

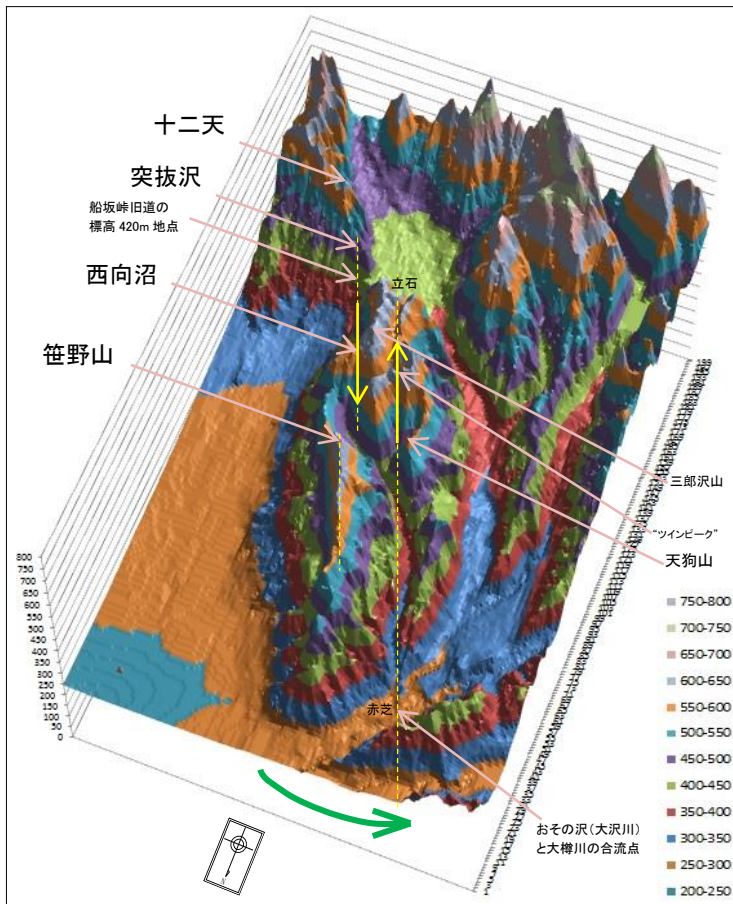


図2. N22°Wの平行線(黄色い矢印は左横ずれ断層，緑色の矢印は反時計回りの回転. 平27情使，第322号)．

図2は地形図の等高線を50m間隔で読み取って，表計算ソフト(マイクロソフトエクセル)に入力し，地形を浮き上がらせた立体地図画像で，北から22°西寄り(N22°W)の北側から60°の角度で俯瞰した図である(国土地理院の承認;平27情使，第322号)．点線で示したのは，N22°W方向の3本の平行線である．真中の平行線は船坂峠旧道の標高420m地点に立って，十二天の突抜沢と西向沼の方向を見通した線である．東側の平行線は笹野山(標高660.2m)を南端とした標高570m以上の稜線の方向である．また，西側の平行線は立石から三郎沢山の西側に延びている沢筋の延長が，東側640m，西側650mほどの“ツインピーク”(山の名称がないので，このように呼ぶこととする)の鞍部を通り，天狗山の東斜面をかすめておその沢(大沢川)と大樽川の合流点に至る．真中と西側に約600m間隔で延びる2本の平行線は，斜平山山塊の地形変動をもたらしている断層の方向であり，図2に示したように反時計回りの回転を伴う左ずれの剪断がおその沢という地溝(graben, rift valley)を形成したと考えた．このとき笹野山を含むおその沢の北東側のブロックが1km以上北北東へずれ，低地から押し上げられることにより東斜面の盛り上がったような山麓地形が形成されたと考えられる．斜平山山塊に生じた反時計回りの回転を伴う左ずれの剪断については次に考察する．

### 3. 斜平山山塊形成過程の考察

硬質の泥岩を主とする斜平山山塊の地形変動を知る手がかりが本地域の基盤岩にあるのではないかと考え，船坂峠から東北東におよそ2km離れた李山の採石場内から許可を得て定方位試料を採取(写真2, 3)し，アースサイエンス株式会社に薄片作製と鑑定を依頼した．その結果は写真4に示した．

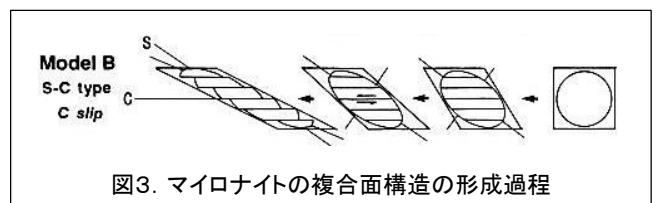


図3. マイロナイトの複合面構造の形成過程



微小な鉱物粒子の塑性変形の様子から、剪断により引き伸ばされた鉱物粒子の歪み楕円体の伸張方向に平行な面(S面)と剪断の方向に平行に発達した剪断面(C面)をもつ(図3), 花崗岩質マイロナイトと鑑定され、その剪断センスは左ずれであった。そして、C面の



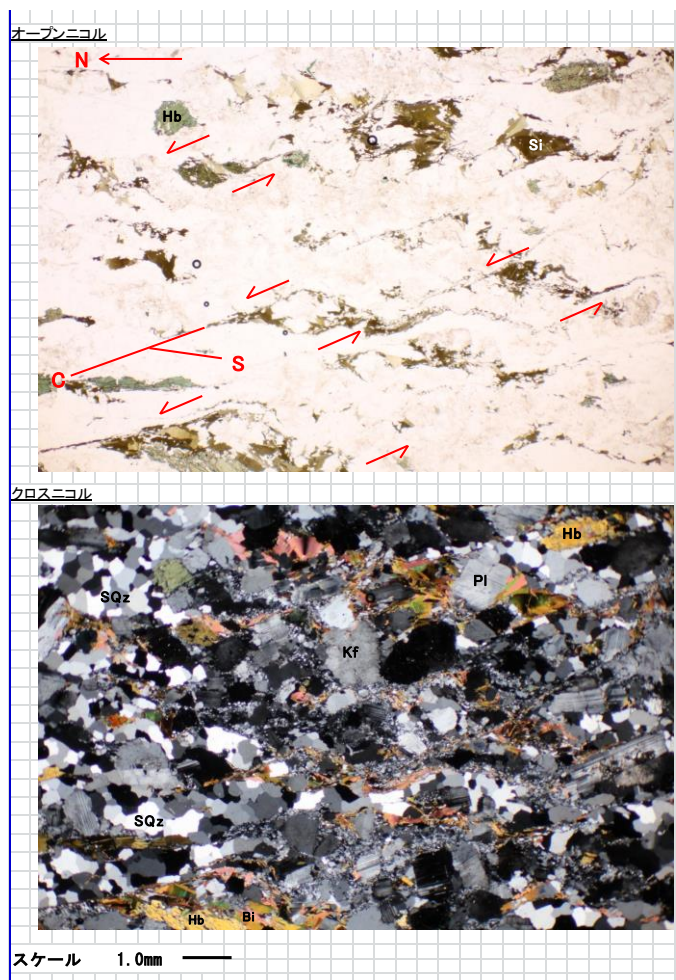
写真2. マイロナイトの露頭(2016年) 採石場内であり、現在は失われている。

方向すなわち剪断の方向が図2に示したN22°Wとほぼ一致した。これが単なる偶然ではなく、必然であるとするれば地下深部においてマイロナイトを形成した左ずれの剪断が第三紀の被覆層にも及んでいるということになるであろう。ここからの考察は日本列島の土台(山形応用地質研究会, 2010)にまでさかのぼる必要がある。



写真3. N8°Eを北向きとした(偏角補正)。

高等学校地学の教科書にあるように、ハワイから天皇海山列までの年代と配列方向から日本列島はもともと北北西への太平洋プレートの動きによって、東北アジア大陸縁に付加したブロックの集合体であるとされている。そして、東北日本と西南日本は棚倉構造線を縫合線として左横ずれで接合したと考えられている(木下・伊藤, 1992)。平(1990)は、その後地殻の伸張と、マントルの上昇、それに伴うマグマの貫入という様式で日本海が拡大した可能性を強く指摘しており、この当時の日本列島の形成史は、古地磁気データを加えて東北アジア大陸縁と日本列島の地質を比較する総合的な考察により明らかにされてきた。その中でOtofujii et al.(1985)は白亜紀から新第三紀中新世の火成岩の年代と古地磁気データから、およそ2,100万年前～1,200万年前にかけて日本海が開き、日本列島はアジア大陸から分裂して、西南日本は時計回り、東北日本は反時計回りの回転をともなって現在の位置まで移動したと結論づけた(図4)。そしてこの期間は、平(1990)が言うように激しい火成活動を伴っていた。本調査地域の地質層序は、日本の地質「東北地方」編集委員会(1989)によると、石灰質ナンノ化石の化石帯: CN3～CN4に相当する綱木川層であり、地質年代は新第三紀中新世前期終わりから中期はじめ(約



Kf:カリ長石 Pl:斜長石 Bi:黒雲母 Hb:普通角閃石  
SQz:再結晶石英 C:C面, S:S面  
写真4. 李山の採石場内で採取した定方位試料の偏光顕微鏡写真

1,700万年前～1,500万年前)である。これは日本海が開いた期間の中頃に当たり、東北日本の反時計回りの回転により陸地が裂けて海進が始まり、そして、海底に没していく途中と考えられる(図5)。従ってその当時、東北アジア大陸縁の近くにあった本調査地域は日本海が開くのに合わせて、反時計回りの回転運動をして現在の位置まで移動してきたことになる。この反時計回りによって地質体にどのような変動が生じたのか。日本地質学会地質基準委員会(2003)は、共役断層における変位の記述法として、断層で接する地質体が、互いに反時計回りに変位している場合に左横ずれ断層としているが、このとき断層線を境にして互いに逆向きの剪断力が



図4. 日本列島の大陸からの分離(概念図)

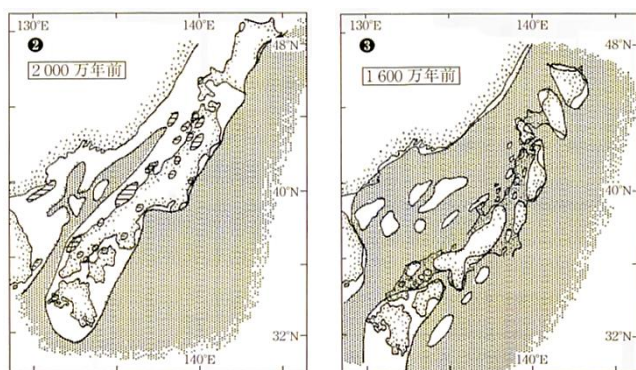


図5. 山形応用地質研究会(2010)より引用

がはたらき、反時計回りの時には左横ずれの運動となることをターンテーブルの実験で確かめた(米中央, 2016)。日本の地質「東北地方」編集委員会(1989)によると、棚倉構造線は本地域のほぼ真下に北北西-南南東の方向で延びているとされている(図6)。基盤岩が左横ずれで断裂することで、新第三紀の被覆層にも同様に左横ずれの断裂が形成されたと考えられる。しかし、棚倉構造線は先に述べたように、太平洋プレートが北北西の向きに移動していた時代、すなわち白亜紀から古第三紀にかけて東北日本と西南日本が左横ずれで接合したときに形成されたものである。同じ構造線が時代を隔てて、同じ左ずれの挙動を行ったことになる。よって、図2に示した斜平山山塊の地形変動、特におその沢という地溝の形成は、本調査地域が東北アジア大陸縁から反時計回りの回転をともなって移動してくる過程で堆積した新第三紀の地層が、棚倉構造線の再活動による左ずれで剪断されることによりもたらされたと考えられる。

#### 4. 梨郷マイロナイトとの関連(棚倉構造線の北方延長問題)

棚倉構造線は茨城県から福島県の棚倉を経て猪苗代湖や磐梯山の東側では追跡できるが、吾妻山地を越えた北方への延長については、火山噴出物や新第三系の被覆層により明らかではなかった。

がはたらき、反時計回りの時には左横ずれの運動となることをターンテーブルの実験で確かめた(米中央, 2016)。日本の地質「東北地方」編集委員会(1989)によると、棚倉構造線は本地域のほぼ真下に北北西-南南東の方向で延びているとされている(図6)。基盤岩が左横ずれで断裂することで、新第三紀の被覆層にも同様に左横ずれの断裂が形成されたと考えられる。しかし、棚倉構造線は先に述べたように、

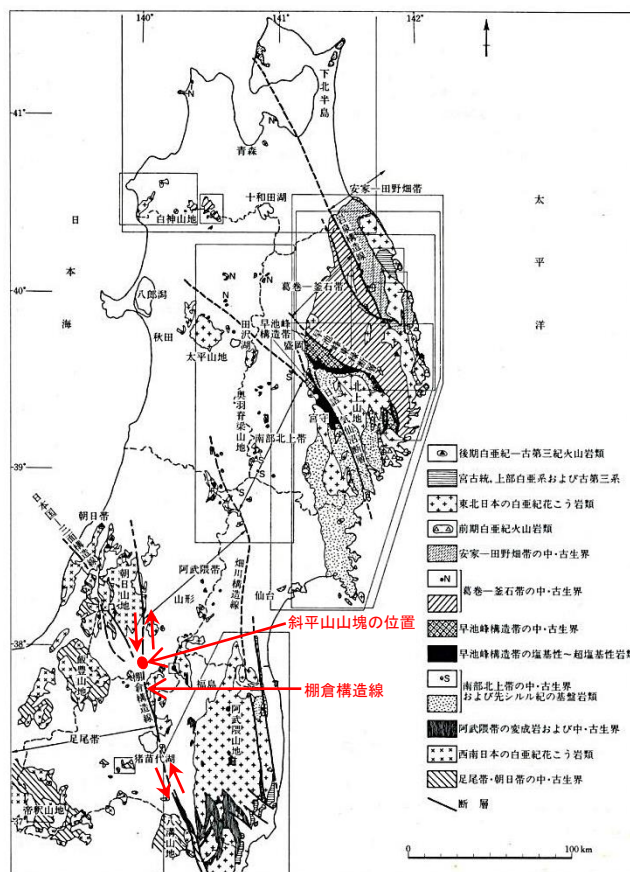


図 1.1 東北地方の中・古生界および古第三系の分布と構造帯区分(水広編図)

図6. 日本の地質「東北地方」編集委員会(1989)より引用



滝口・田中(2001)は梨郷の採石場から採取したマイロナイトから、北北西—南南東走向の左ずれ剪断センスを確認し、棚倉構造線の北方延長問題を議論した。本校科学部は昨年、同じ梨郷の採石場において李山と同様に許可を得て定方位試料を採取し、再びアースサイエンスに鑑定を依頼した。その結果を写真5に示す。李山マイロナイトと同様に剪断により引き伸ばされた鉱物粒子の歪み楕円体の伸張方向に平行な面(S面)と剪断の方向に平行に発達した剪断面(C面)をもつ花崗岩質マイロナイトと鑑定され、その剪断センスは滝口・田中(2001)に記されているように左ずれであった。そして、C面の方向すなわち剪断の方向はおよそN40°Wとなった。

ほぼ同じ北西—南東の方向であるが、李山での剪断方向とは異なる結果となった。この点については次のように考えた。李山では写真2に示したようにマイロナイトの露頭すなわち岩体から採取したが、梨郷では法面の動いた“岩塊”から採取した可能性があり、試料に記した北向き矢印の信頼性に問題がある。しかし、同じ左ずれでかつ図6の棚倉構造線上に両地点が載ってくることを考えると、まったく異なるマイロナイト帯であると考えるのは不自然であり、猪苗代湖や磐梯山の東側から李山そして梨郷という北方への延長線が見えてくることになる。

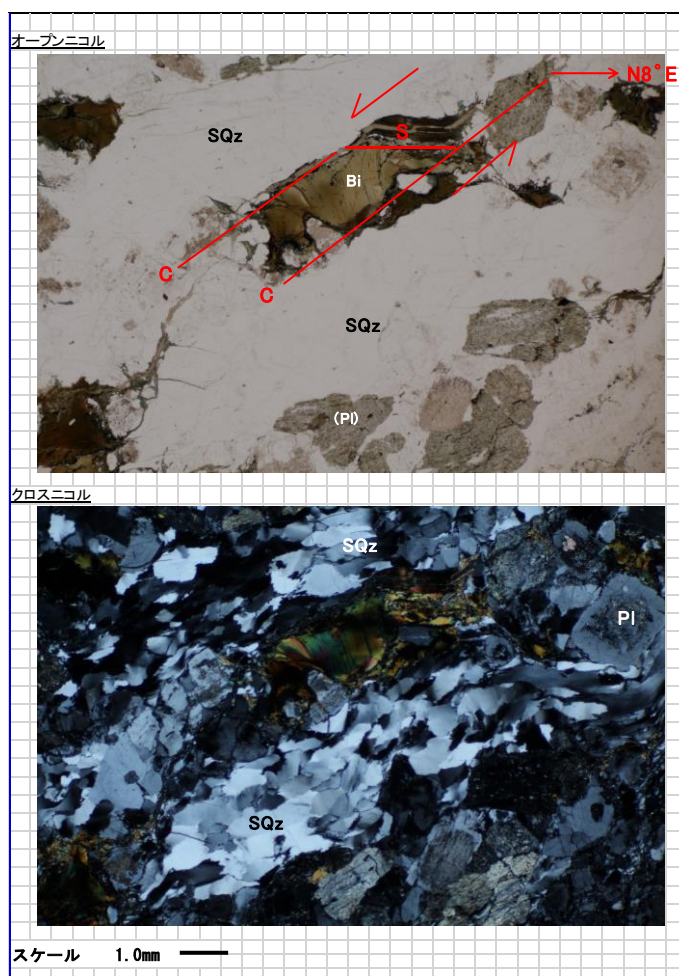
改めて李山と梨郷の位置関係からマイロナイト帯を推定すると図7のようになる。その幅は10km以上に及ぶこととなり、米沢盆地のかなりの部分を占め、米沢市街地はすっぽりその範囲に納まる。今後確かめなければならない課題である。

## 5. 謝辞

採石場内での岩石試料採取については、それぞれ砕石事業者である李山採石場は山形陸上運送株式会社米沢営業所、梨郷採石場においては安部建設株式会社から許可をいただきました。現場ではお忙しいところ担当の方に対応いただきありがとうございました。アースサイエンス株式会社の佐々木克久氏、加藤孝幸氏にはそれぞれ薄片作製、偏光顕微鏡観察を引き受けていただき、たいへん貴重なデータを得ることができました。これらの企業の方々々に心より感謝申し上げます。

### <引用文献>

木下 修・伊藤英文, 1992, 東北日本と西南日本の接近・接合について-白亜紀～古第三紀の東北日本の挙動-. 地質雑, 98, 223-233.



Pl:斜長石 Bi:黒雲母 SQz:再結晶石英 C:C面, S:S面  
写真5. 梨郷の採石場内で採取した定方位試料の偏光顕微鏡写真

日本の地質「東北地方」編集委員会 編, 1989, 日本の地質2「東北地方」. 共立出版, 3, 177-178.

日本地質学会地質基準委員会 編, 2003, 地質学調査の基本 地質基準. 共立出版, 145-166.

Otofuji,Y.,Matsuda,T.and Nohda,S.,1985,Paleomagnetic evidence for the Miocene counter-clockwise rotation of Northeast Japan—rifting process of the Japan Arc.Earth and Planetary Science Letters,75, 265-277.

澤 祥・石山達也・今泉俊文・岡田篤正・熊原康博・中田 高, 2011, 1:25,000 都市圏活断層図「米沢」 国土地理院技術資料 D1-No.580

平 朝彦, 1990, 日本列島の誕生. 岩波新書148, 146.

滝口 潤・田中久雄, 2001, 山形県南陽市周辺のマイロナイト帯(梨郷マイロナイト帯)の発見と棚倉構造線の北方延長問題. 地質雑, 107, 406-410.

地理院地図(電子国土Web), 2013, 都市圏活断層図米沢.

山形応用地質研究会 編, 2010, 山形県地学のガイド 山形県の地質とそのおいたち. コロナ社, 1-7, 209, 231.

米沢中央高等学校科学部, 2016, 斜平山山塊地形変動の要因—基盤岩の剪断センスとの関連—. 第60回日本学生科学賞山形県審査出品作品. (<http://www.ychuo-h.ed.jp/?p=5413>)



図7. 推定されるマイロナイト帯(棚倉構造線)  
(黄色い直線の内側:左ずれの領域)