



北米西部グランドサークルの地形・地質と その特異な地形について

平成25年8月9日第2回技術サロン (有)ジオテクノ中里産業 中里 俊行

Nabajo Tribal Park . Monument Valley 遠景

話題の構成

1. 旅行の行程
2. 訪問地の位置・・・グランドサークルとは
3. 訪れた国立公園その他の地形地質の状況
4. ブライスキャニオンの土柱地形の形成について
5. アーチズ(岩橋)地形の形成について
6. 地史・地質構造のまとめ
7. ダムなど

1. 旅行の行程(H25. 5.8~5.15.八日間)

- 5.8(水) 成田17:25→ロスアンジェルス乗り継ぎ→ラスベガス
スマックラン国際空港16:30
- ①.5.9 ザイオン国立公園→ブライスキャニオン(泊)
- ②.5.10 キャピタルリーフ国立公園→アーチーズ国立公園
(モアブ泊)
- ③.5.11 アーチーズーデッドホース州立公園→モニュメント
バレー(泊)
- ④.5.12 アナサジインデアン遺跡→ペイジ→アンテローブ
キャニオン→グランドキャニオン国立公園(G. Cビレッジ
泊)
- ⑤.5.13 ブライトエンジェルトレイル→(旧R66セリグマン)→
ラスベガス
- 5.14 ラスベガス7:10→8:25ロスアンジェルス13:10
- 5.15→成田16:45
- 米国内走行距離約2,500Km

2.訪問地の位置



グランドサークルとは

グランドサークル 地図

グランドサークル内のある8つの国立公園と16の国立公園の地図

グランドサークル詳細説明は、「グランドサークルとグランドステアゲス」にて掲載



この地図の著作権は
著者であることをご留意ください
無断転載、複製、改定などの使用は
禁止されています
http://www.manageto.com

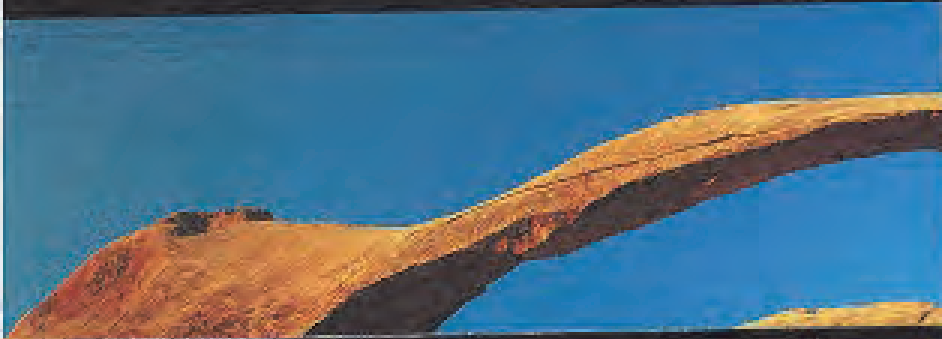
▲このページの先頭へ



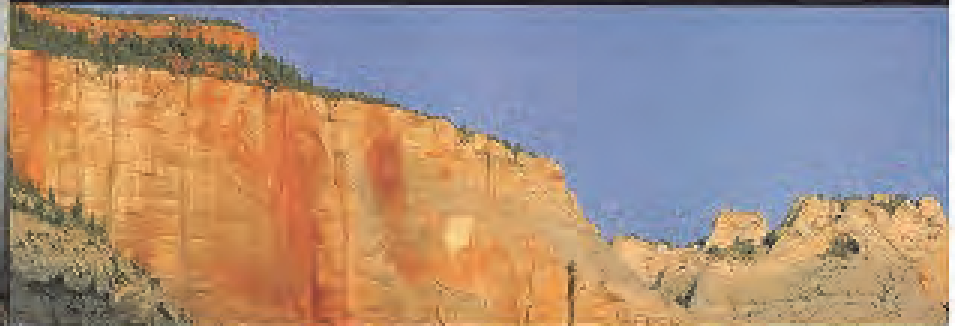
アリゾナ州とユタ州の境にあるパウエル湖を中心点とし、半径約226kmの円の中をグランドサークルという

各訪問地の探検リーフレット(説明書)

Arches

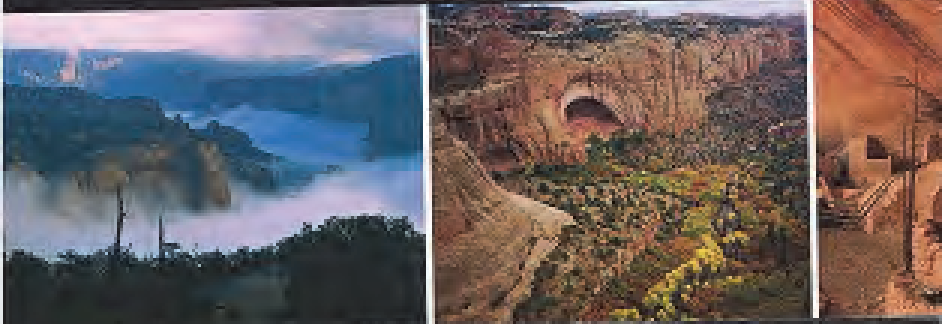


Zion



Navajo

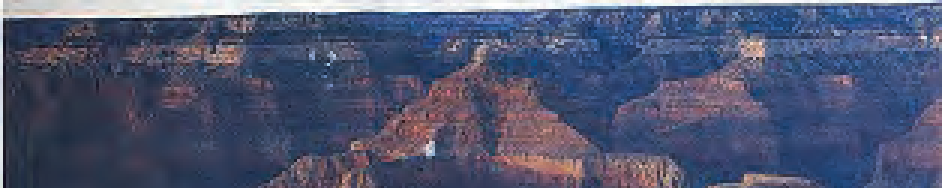
National Monument



Bryce Canyon

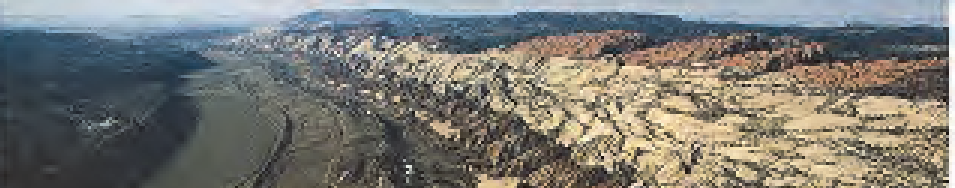


Grand Canyon



Capitol Reef

National Park Service
U.S. Department of the Interior
National Park
Utah



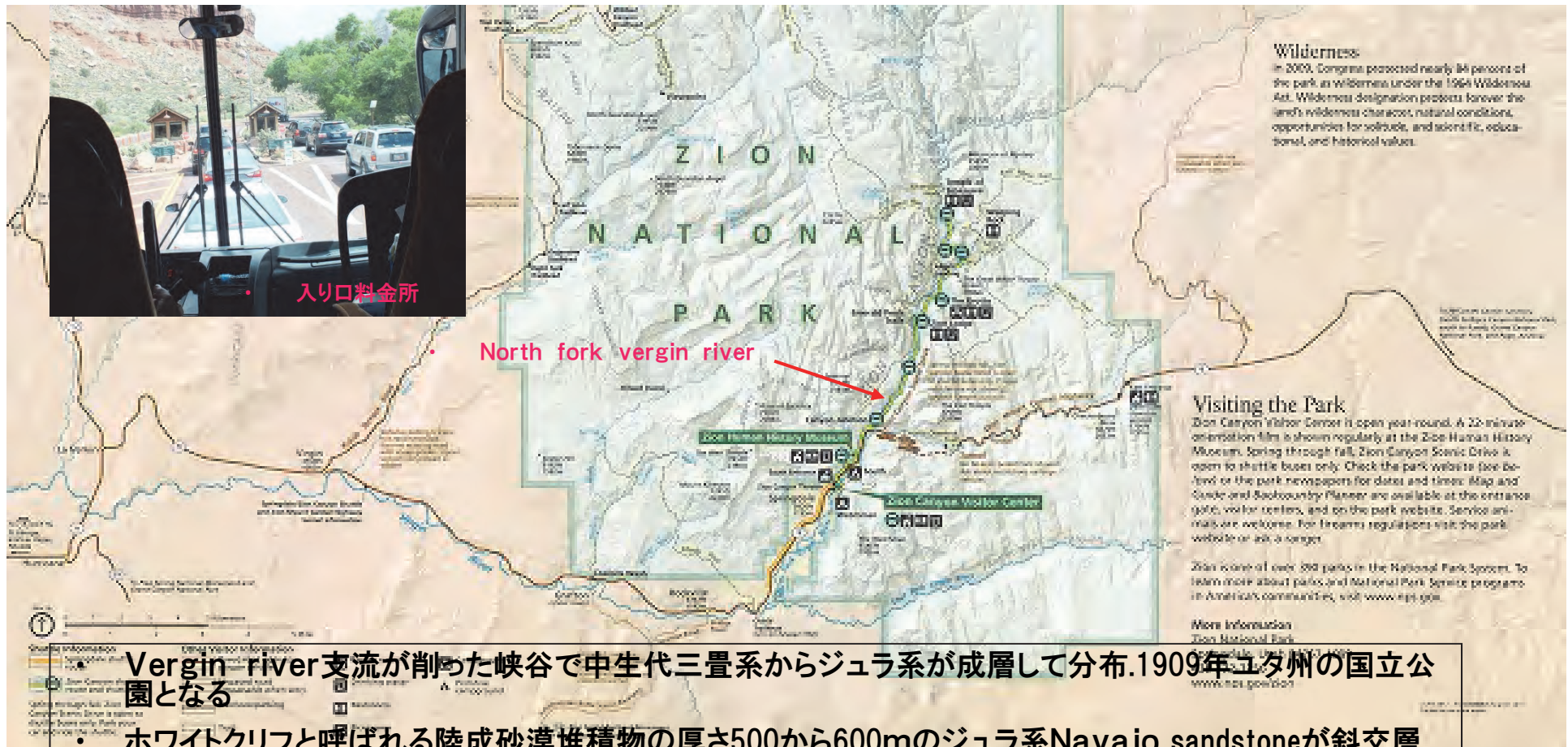
3. ラスベガスからザイオンへ

(州間幹線道路R15.S.HR9経由北東へ約300km)




高速道路の制限速度は60mile/h(約100km)

3. 1 ザイオン国立公園

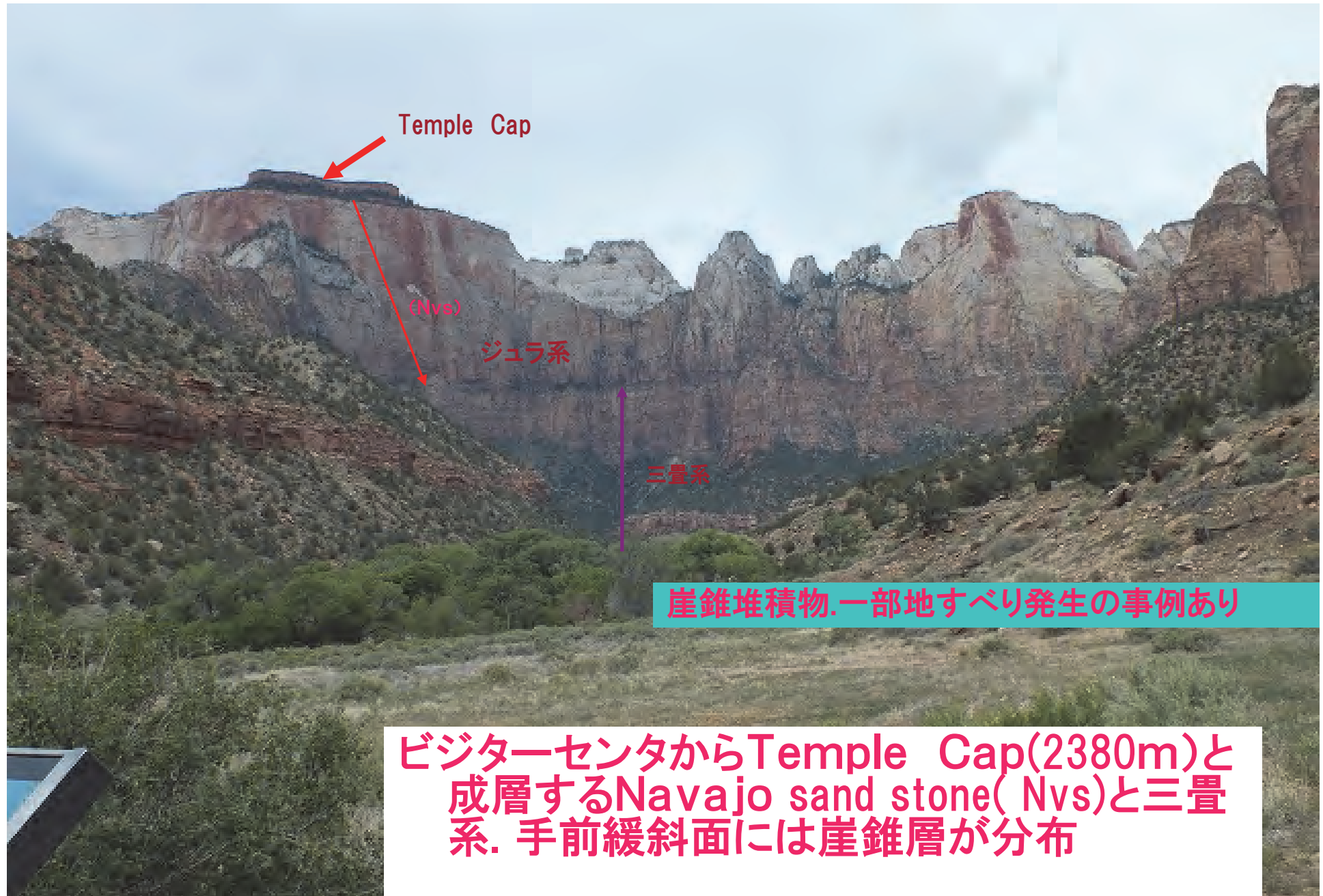


• Vergin river 支流が削った峡谷で中生代三畳系からジュラ系が成層して分布.1909年ユタ州の国立公園となる

- ホワイトクリフと呼ばれる陸成砂漠堆積物の厚さ500から600mのジュラ系Navajo sandstoneが斜交層理を伴い分布
- 峡谷は標高1200m,コロラド台地は2200m比高600から200m.トレイル最上流は川幅2mとなりナローズと呼ばれる. 峡谷沿いの緩斜面は崖錐堆積物から構成されて、地すべりを生じている
- 過去の大雨で地滑りが発生して道路が遮断されて観光客が3日ほど足止めとなったことがある
- ビジターセンターからは、シャトルバスでトレイルを移動する.

Geologic Formations	Rock Layer	Appearance	Where To See	Deposition	Rock Type
	Cinder cones and lava flows	black layers and cones	Kolob Terrace and west of Rockville	lava flows and cinder cones	basalt and cinders
	Carmel	cliffs	Mt. Carmel Junction	shallow sea and coastal desert	limestone, g sandstone
	Temple Cap	cliffs	top of West Temple	desert	sandstone
	Navajo Sandstone	steep cliffs 1,600 to 2,200 feet thick	tall cliffs of Zion Canyon; highest exposures are West Temple, Checkerboard Mesa	desert sand dunes covered 150,000 square miles	cross-bedded sandstone
	ジュラ系	red lower layers are colored by iron oxides	believed to be the tallest sandstone cliffs in the world	shifting winds during deposition created cross-bedding	
	Kayenta	rocky slopes	throughout canyon	streams	siltstone and sandstone
	Moenave	slopes and ledges	lower red cliffs seen from Zion Canyon Visitor Center	streams and ponds	siltstone and sandstone
	三畳系				
	Chinle	purplish slopes	above Rockville	streams	shale, loose conglomerate
	Moenkopi	chocolate cliffs with white bands	rocky slopes from Virgin to Rockville	shallow sea	shale, siltstone, mudstone, o
	Kaibab	cliffs	escarpment along I-15 near Kolob Canyons	shallow sea	limestone
	ペルム系				

ザイオン摸式地質断面図と層序



Temple Cap

(Nvs)

ジュラ系

三畳系

崖錐堆積物.一部地すべり発生の事例あり

ビジターセンターから Temple Cap(2380m)と成層する Navajo sand stone(Nvs)と三畳系. 手前緩斜面には崖錐層が分布



高角度割れ目多く転倒崩壊が見られる



太っちょの豚リス



転石層理面の生痕化石



クロスラミナと高角度割れ目





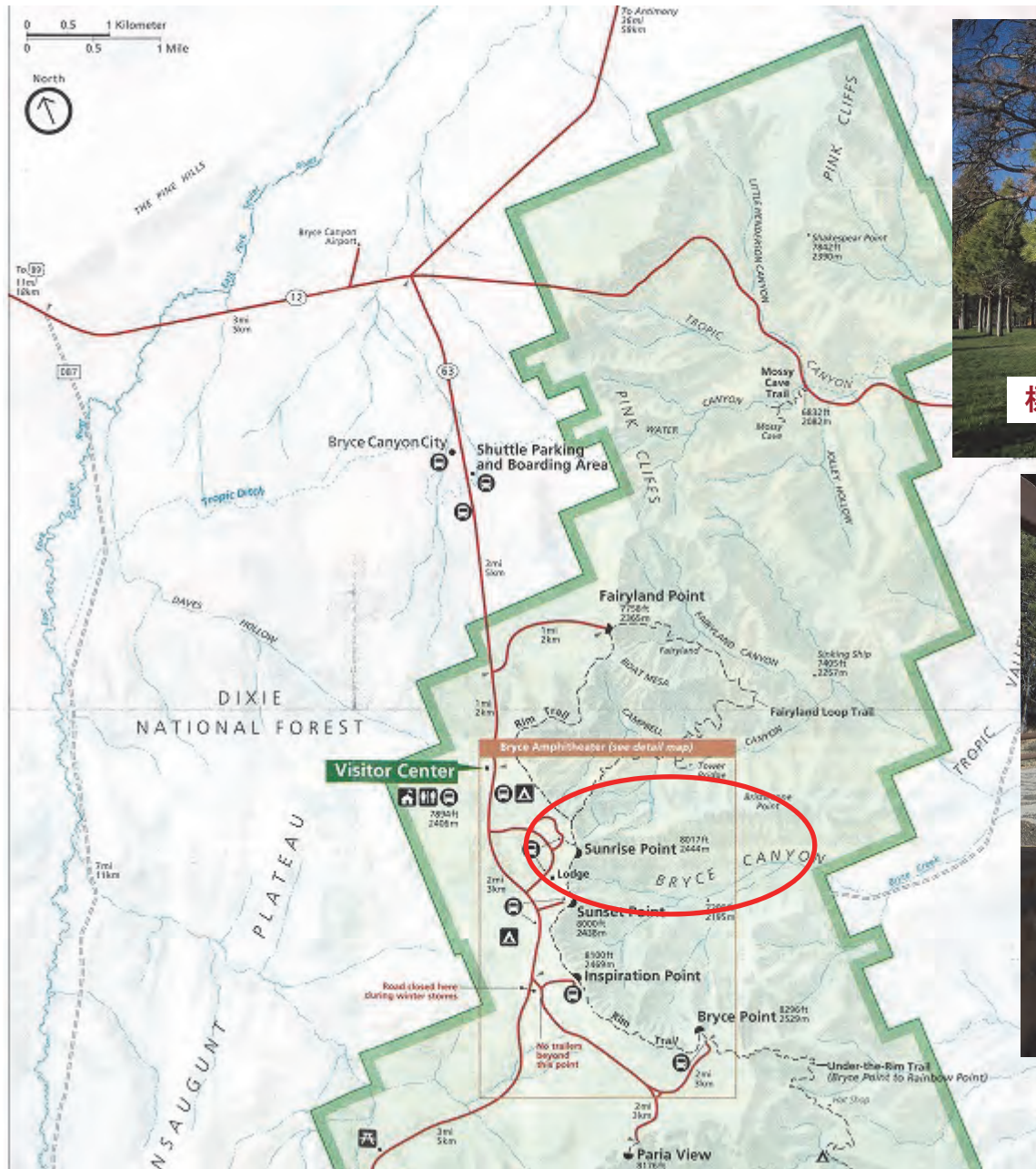
R9 Zaion—Mount Carmel Highway沿いに見られる斜交層理が発達したジュラ系Navajo sand stone



Checker Bord Mesa (6670ft.2,033m)

マウント カーメルハイウェイ沿い.ナバホ砂岩の
クロスラミナの横線と雨裂縦線が格子模様を
形成している

3. 2 ブライスキャニオン国立公園



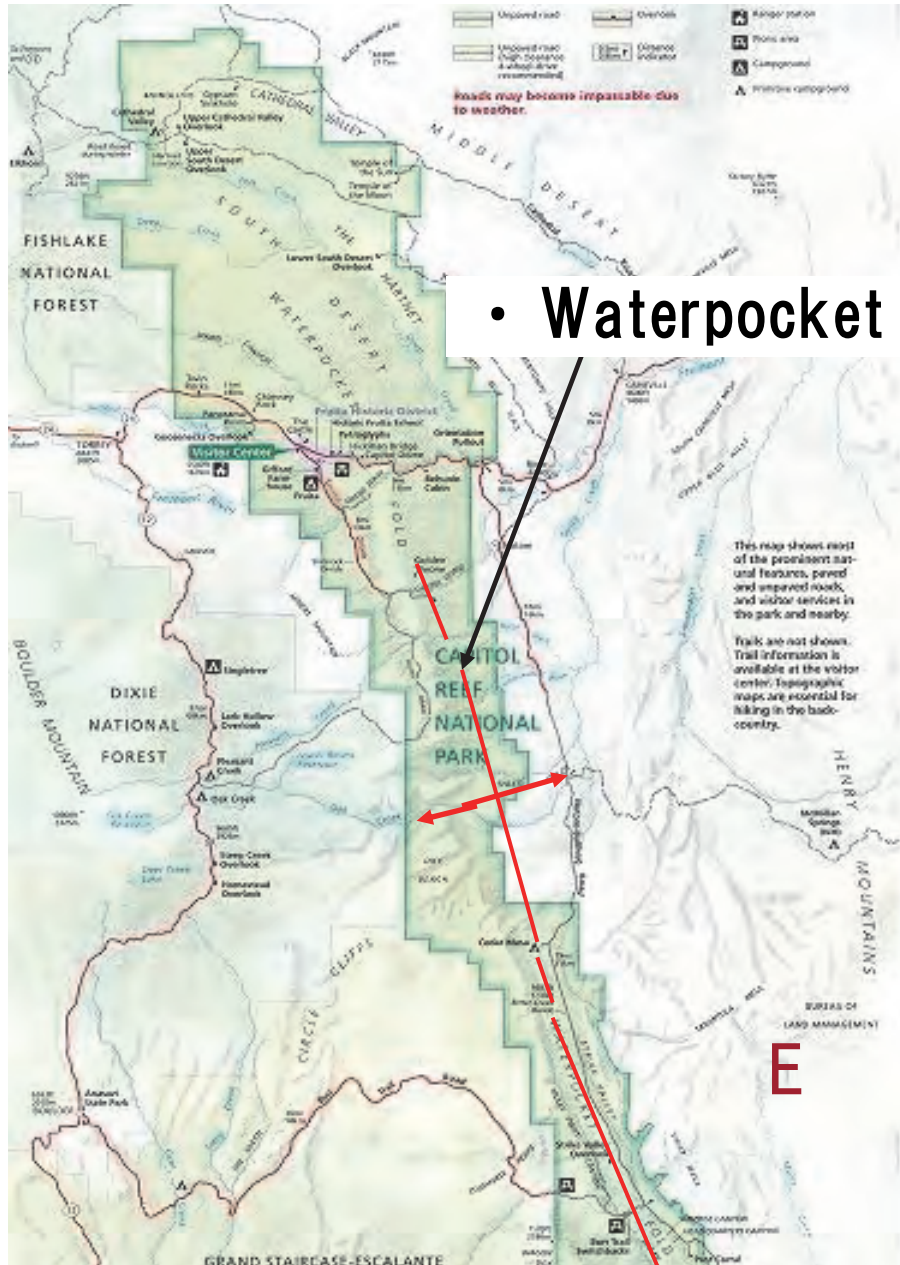
標高2400mにあるコテージ





Sun set point から北側の第三紀層の泥質岩互層に形成された 土柱(針状)地形.今にも崩れそうである.標高2400m

3. 3キャピタルリーフ国立公園



• Waterpocket Fold

- 地層が褶曲により緩く傾斜
- 地層の岩石の硬軟に応じて浸食されてリーフ(岩礁)状地形を形成
- この地域の谷は、侵食に弱い地層に沿って発達するので走向に沿う谷沿いには同じ地層しか見られない
- 谷沿いには、三畳系からナバホ層(ジュラ系)の地層が分布
- 斜面には、氷河礫の安山岩円礫が転石として点在する
- 19世紀にモルモン教の開拓者が入植

W

E

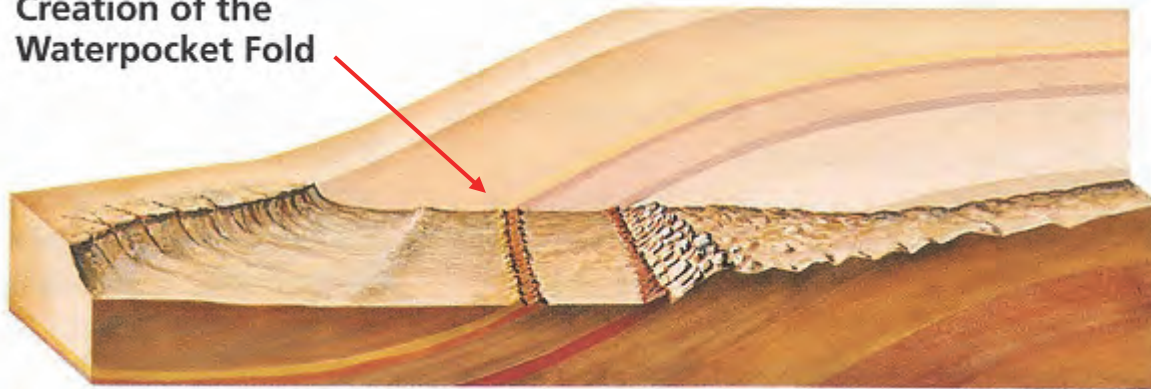
Capitol Reef

National Park Service
U.S. Department of the Interior
National Park
Utah



北側から見る6500
万年前に形成さ
れた
Waterpocket
Fold.100mile連
続する

Creation of the
Waterpocket Fold





旅行中に乗車した大型バス
東京組7名,関西組7名計16名

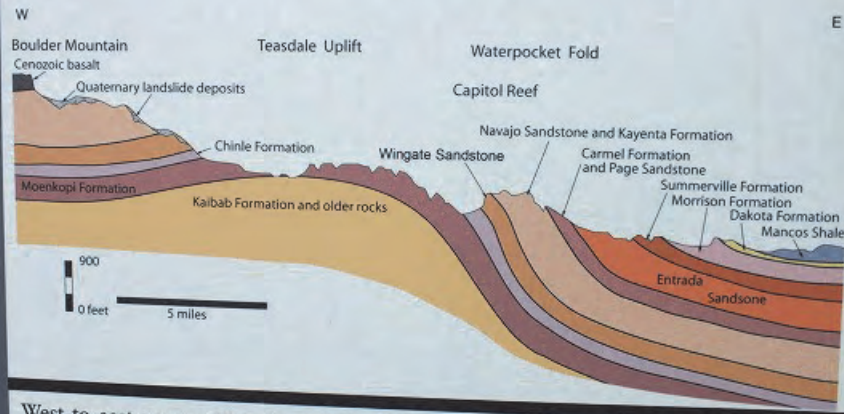


S.h.R24沿いのTwin Rocks



Visitor Center 1676mからのThe Castle

二畳系を基盤に中生層が背斜構造をなして分布



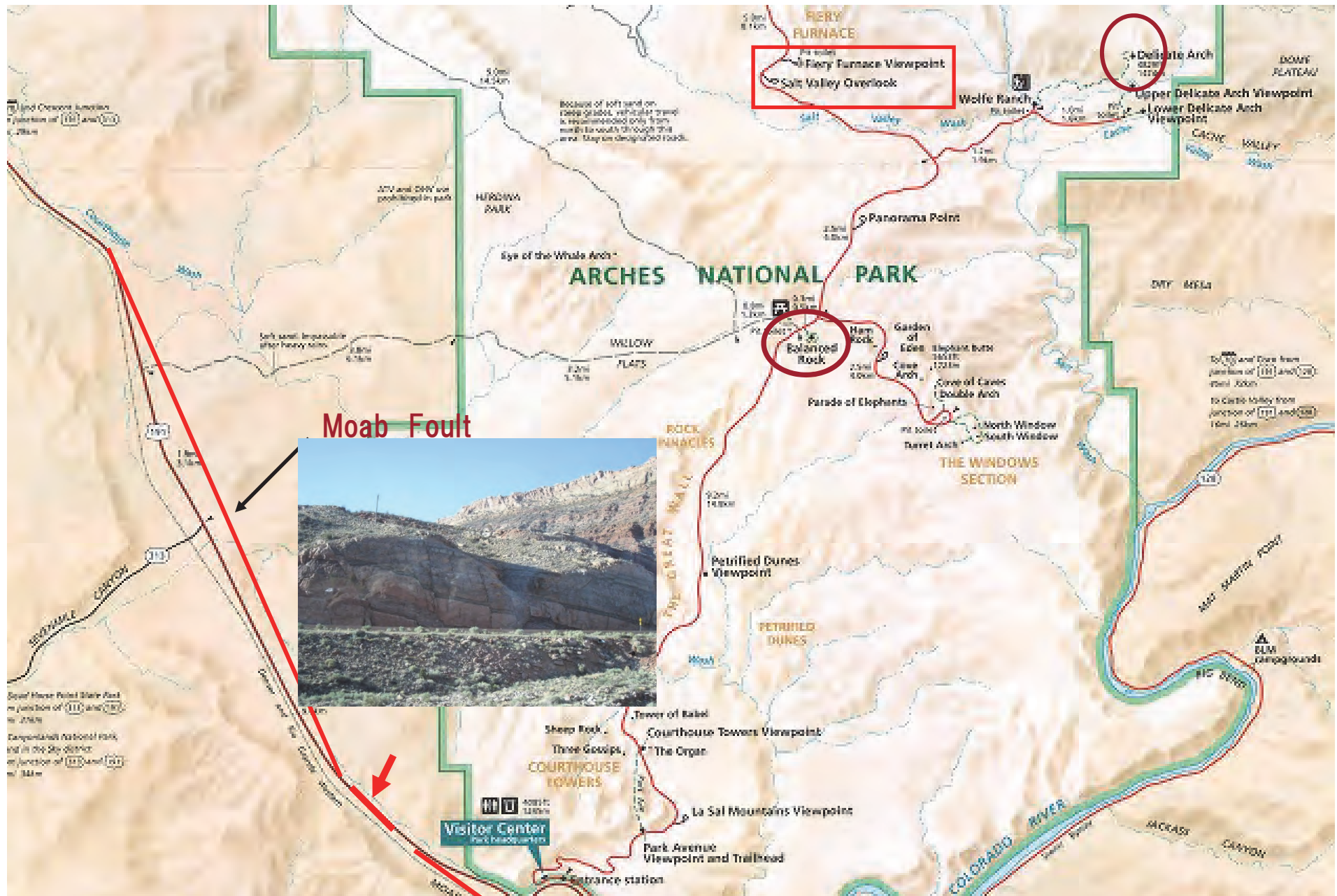
Visitor Centerに掲示された地質構造断面図

Petroglyphs:岩絵

先住民が砂岩の壁に描いた人物像(宇宙人では?)



3.4 アーチーズ国立公園

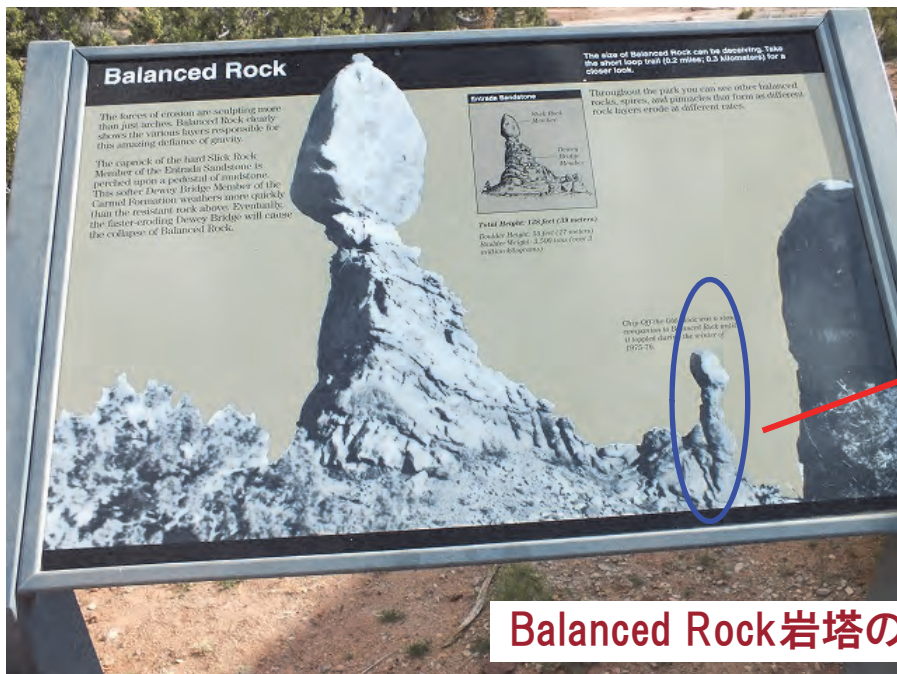




Utah州の自動車No.登録はデリケートアーチ



デリケートアーチへの登山口
岩盤が露出する登山道に行く



Balanced Rock岩塔の崩落変状





Entrada SS ジュラ系

Delicate Arch

入口より徒歩1時間の緩い岩盤斜面を登っていた。後方は雪を抱いたLa Sal Mountains

3.5 デッドホースポイント州立公園



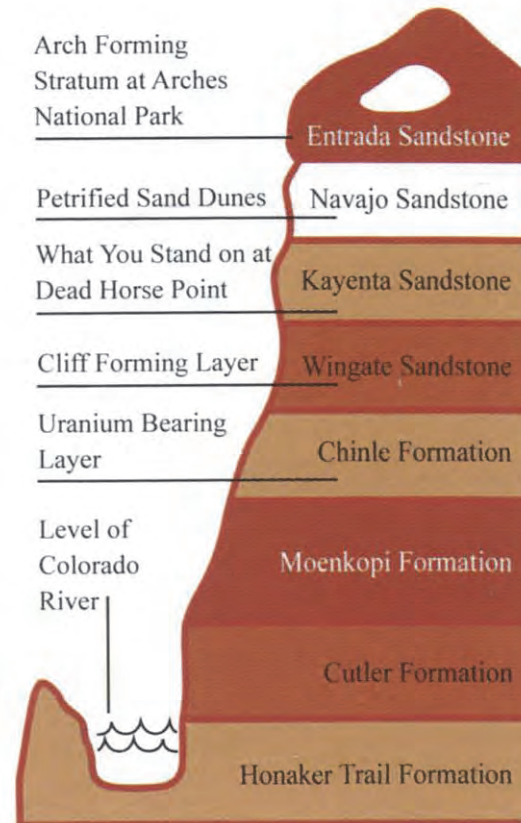
標高差600mのコロラド川蛇行部の谷地形.段丘平坦面発達
古生代二畳系から中生代三畳系及びジュラ系の堆積岩類がほ
ぼ水平に累重する(グレースネック:蛇行)

Dead Horse Point State Parkの層序説明

A Rocky Beginning

Millions of years of geologic activity created the spectacular views from Dead Horse Point. Deposition of sediments by ancient oceans, freshwater lakes, streams and wind-blown sand dunes created the rock layers of canyon country. Volcanic activity formed the high mountains that rise like cool, blue islands out of the hot, dry desert.

Ten million years of erosion sculpted this land of canyons, mesas and buttes. The Colorado River has carved its path deep into the ancient rock layers on its journey to the sea.



3. 6 モニュメントバレー

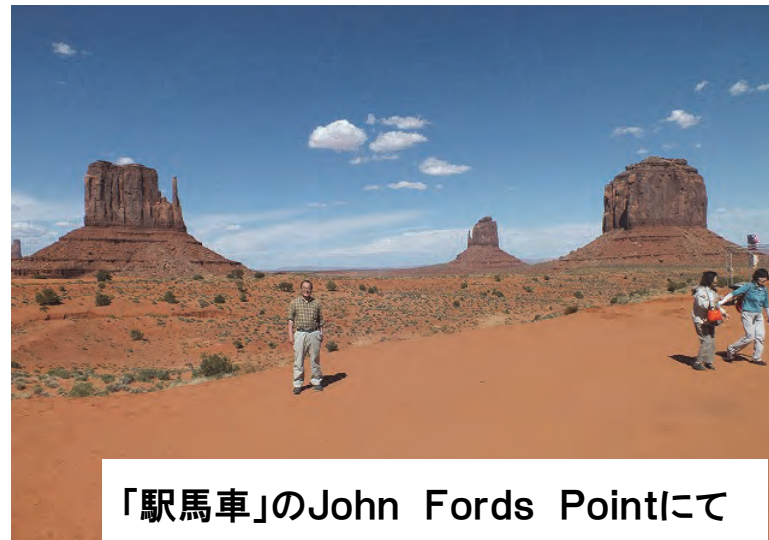
Nabajo Tribal Park(ナバホ族公園) . Monument Valley



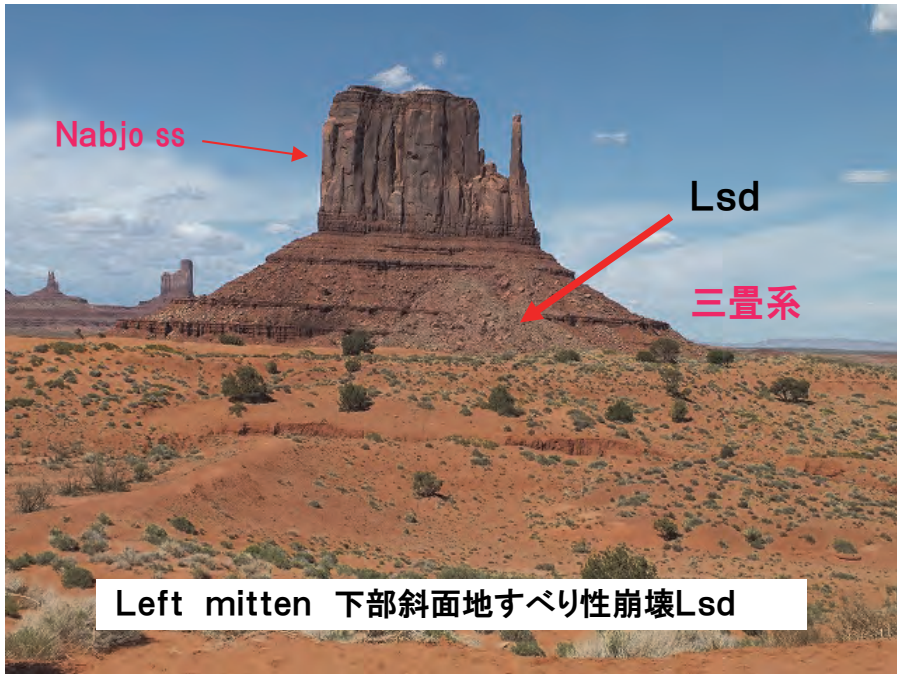
U. S Highway R163沿いの3D地質図



交易所跡



「駅馬車」のJohn Fords Pointにて



Left mitten 下部斜面地すべり性崩壊Lsd



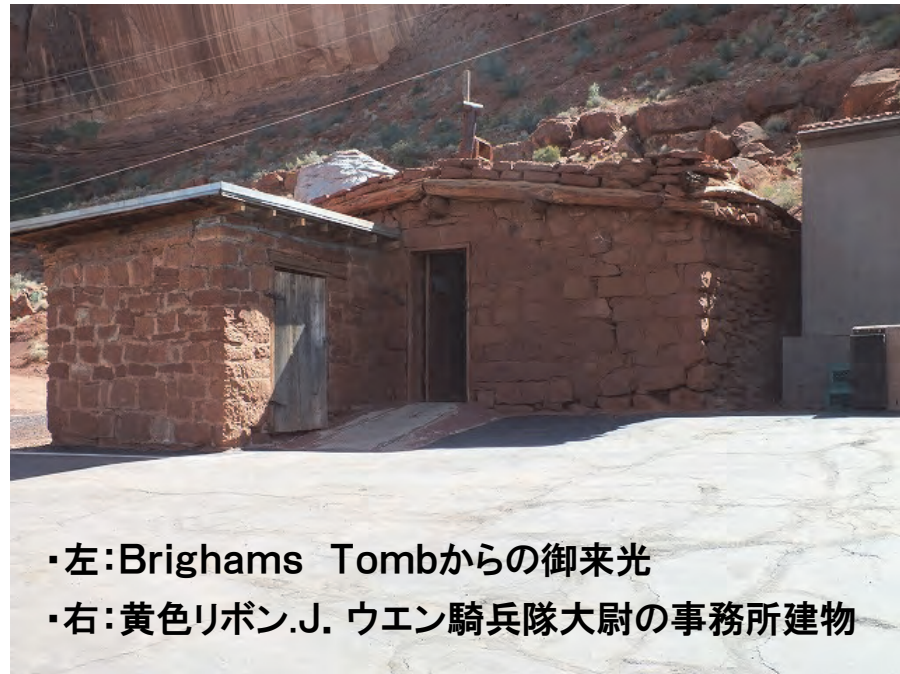
Sentinel Mesa(番人)



Three Sisters



North Windowから北を見る.高さ122から418mのMesaとButteが点在する.地質は二畳系から三畳系とジュラ系からなる



- ・左:Brighams Tombからの御来光
- ・右:黄色リボン.J. ウエン騎兵隊大尉の事務所建物



Visiter Cennter脇の気象観測装置. 標高
1500m)

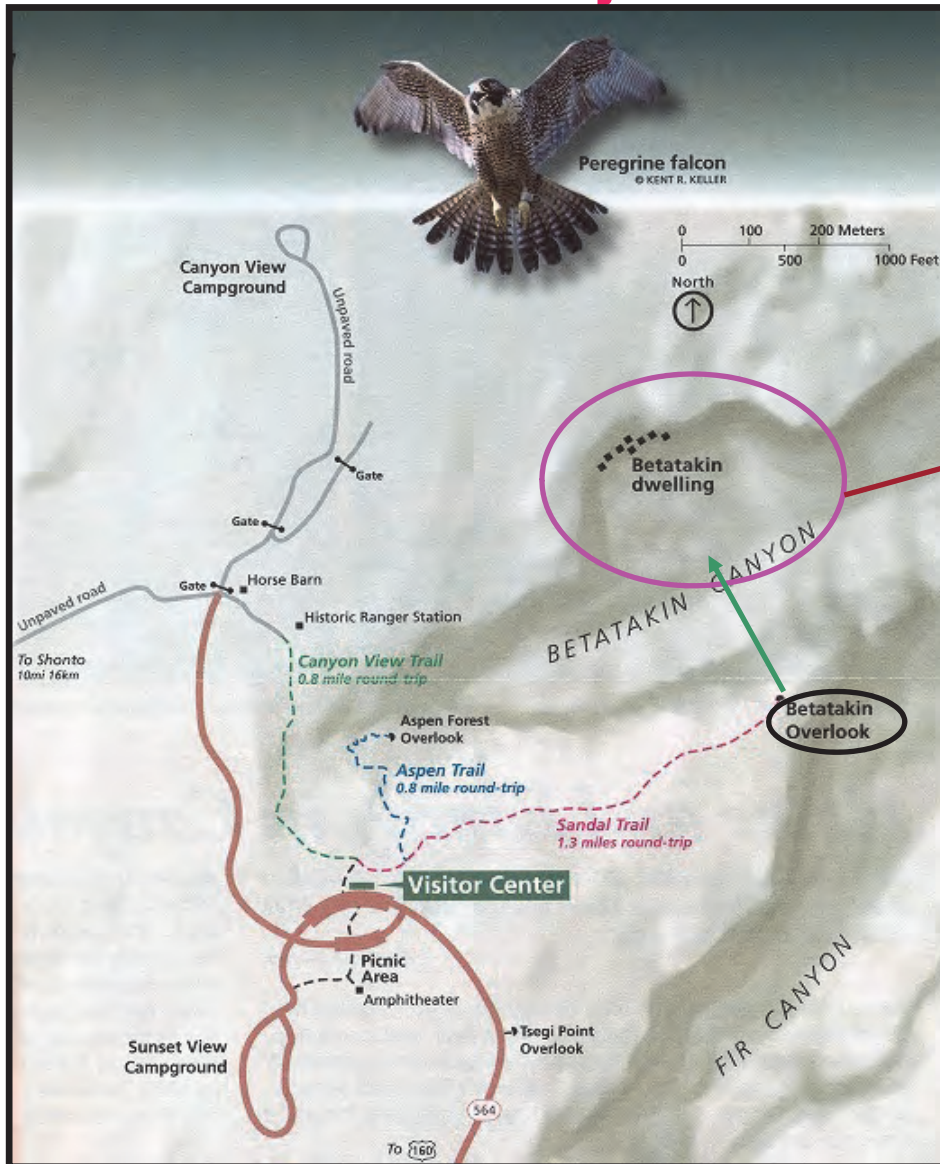


El Capitan. 厚い先第三系を貫入した第三紀火山
の火道がネックとして砂漠に残る. R163沿い

ナバホ族の家 (丸屋根と六角形のホーガン)



3.7 アナサジインデアン遺跡(岩棚の家) Navajo National Monument



Betatakinについて

- ・ナバホ族の言葉で「岩棚の家」。先住Anasaji(古代の人)が13世紀につくった。住居として利用されたのは50年ほどと推定されている
- ・1909年に発見された.Nabajosの洞窟の中につくられた。幅110m,高さ136m,奥行き46m.しばしば起きた岩崩れで多くの家が破壊されてきた。
- ・洞窟のあるNabajo 層と下位の硬いKayenta層の境界から湧水・泉があり古代から飲用,灌漑用水として利用された。豊富な水は宗教的にあがめられた。アナサジは,農耕民族であると推定されている
- ・先住民は文字を持たないので,考古学者は,岩に刻まれた絵や絵文字,工芸品,埋葬物,住居等から,このように推定している



Visitor Center入り口の
恐竜の足跡

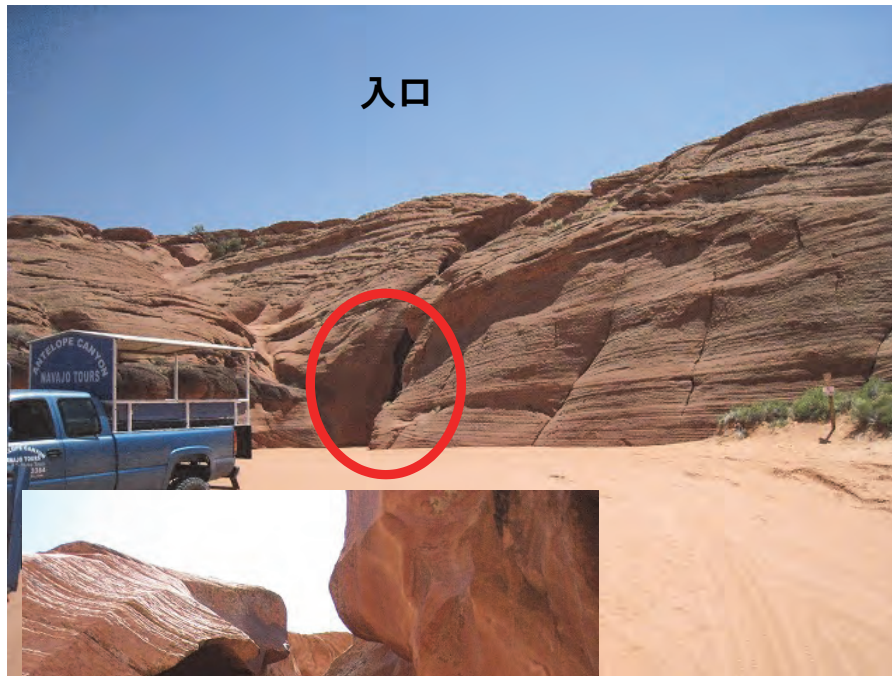


土壌の形成が遅く地表に岩盤露出 biological
crustsを踏み荒らさないよう注意看板

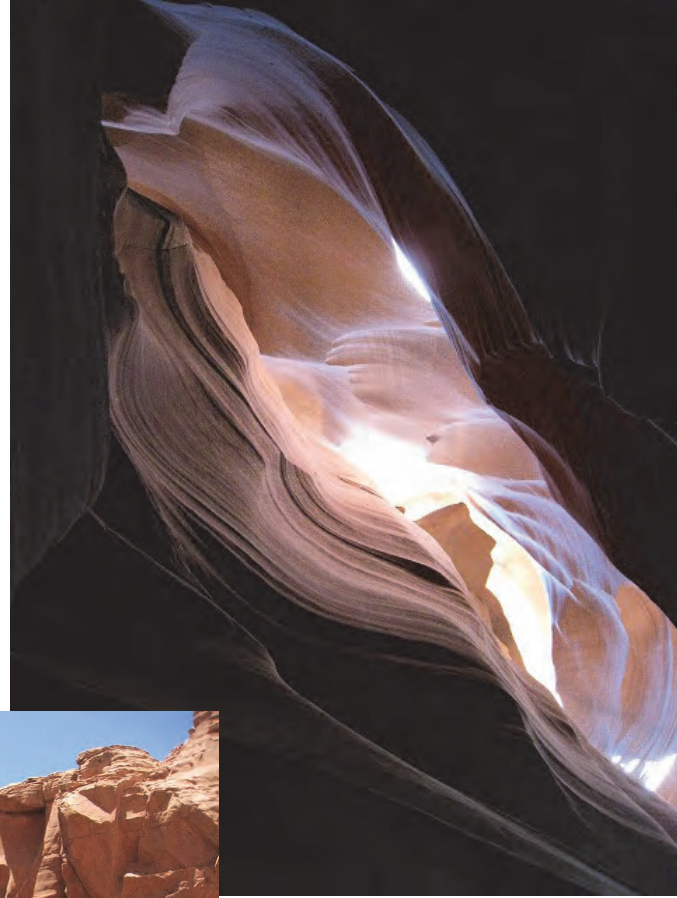


アーチーズの看板

3.8 アンテロープ キャニオン (Antelope Canyon Navajo Tribal Park)



- Page-LakePowelより東側の砂漠にある斜交層理が発達した柔らかい砂岩の旧溝状溪流のうねうねとした幅1.5~5m程度の流路跡.長さ300m位. 終点から入り口にUターンして戻る
- 1931年に発見.入場制限あり.専用車と専属ガイド同行.天井から陽光が差し込む昼前後が地層のグラデーションが最も美しい時間となる



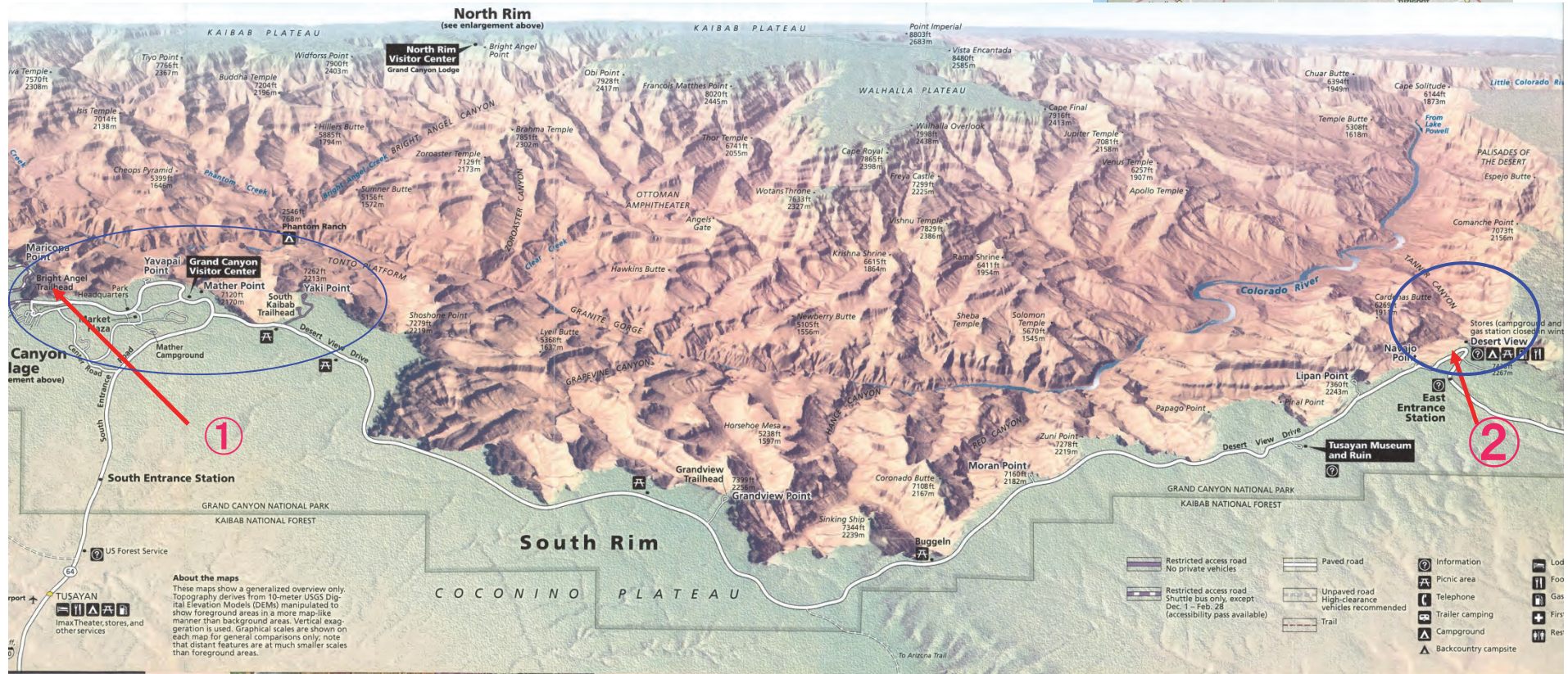
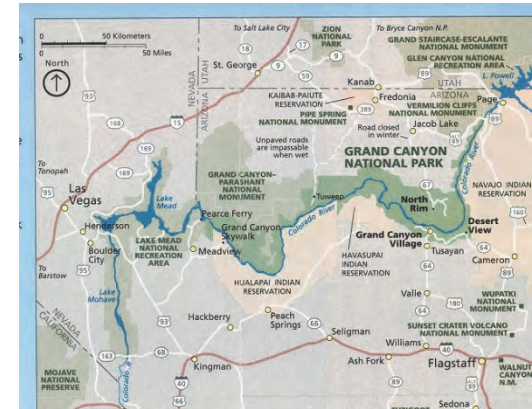
出口(上流側)
狭隘部の高さが分かる

上流側は砂丘状の砂漠が広がる

3.9 グランドキャニオン

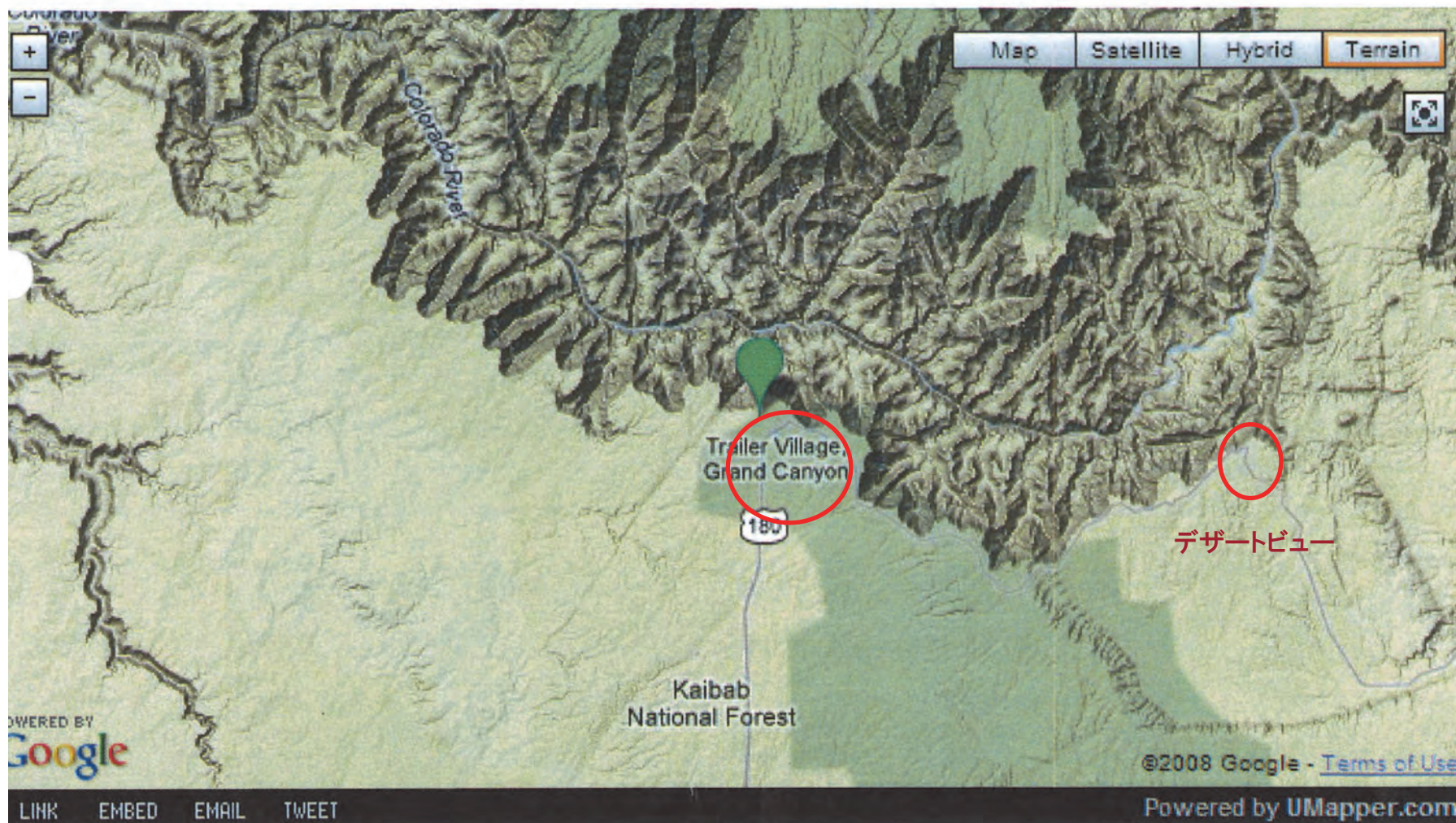
- スペインの探検隊により1540年に発見された
- 1869年南北戦争の英雄のパウエルが急流を下って探検
- 1919年国立公園に指定。1979年世界遺産
- 先カンブリア系から古生代二畳系までの地層が累重して分布(オルドビス・石炭系を欠く)。
- その間に二つの傾斜不整合が存在
- 中生代末から古第三紀初期の「Laramide orogeny)によりコロラド高原とBasin, and Range区が形成された。
- 峡谷の上部の平原は標高2100～2300m、コロラド川は1150m付近を流れる、浸食は、6500万年前に始まる

3.9 グランドキャニオン

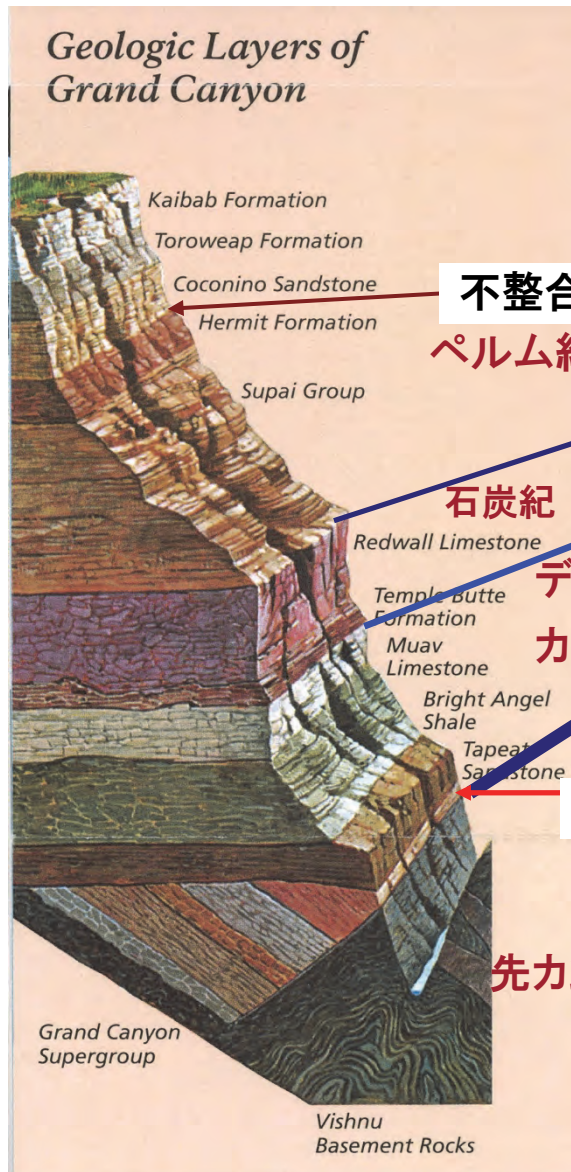




グランドキャニオン国立公園の地図をみる



Grand Canyon の地質断面図



不整合
ペルム紀

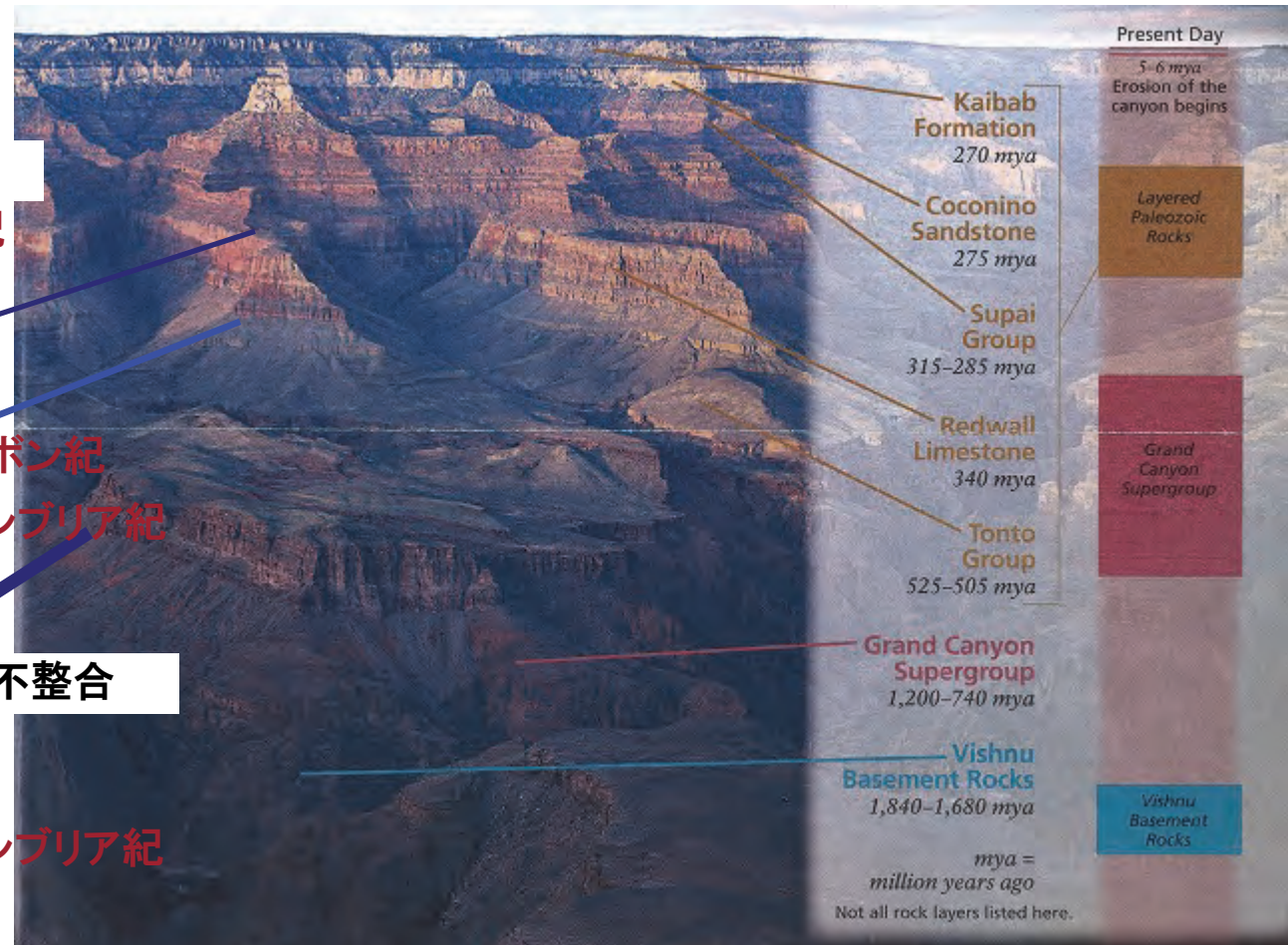
石炭紀

デボン紀

カンブリア紀

不整合

先カンブリア紀





①ブライトエンジェル トレイルヘッドからの眺望



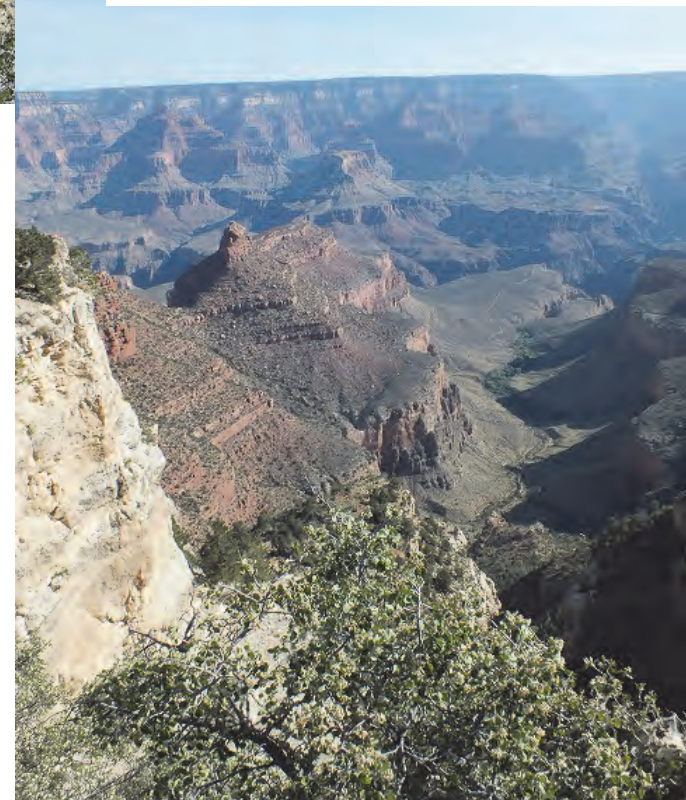
Mather Point(2170m)からご来光



Bright Anngel Hisstory Room



①地点よりガーデン
クリークの眺望





Bright Angel Trail の
二畳系Kaibab
Limestone の状況①





Bright Anngel Trail の二畳系Kaibab Limestone の状況 ②



②Desert View「2267m」からのコロラド川大屈曲部.右:コロラド台地に噴出した第三紀火山



復元されたDesert View Watchtower「2267m」



夕日見学シャトルバス乗り場混雑



銃携帯禁止



喫煙所のすぐ消える灰皿？



南のWilliamsからのGrand Canyon
RAIL Way広軌線路(1901年開通)



②Desert ViewまでのR64 Little
Colorado R沿いの台地の崖地形

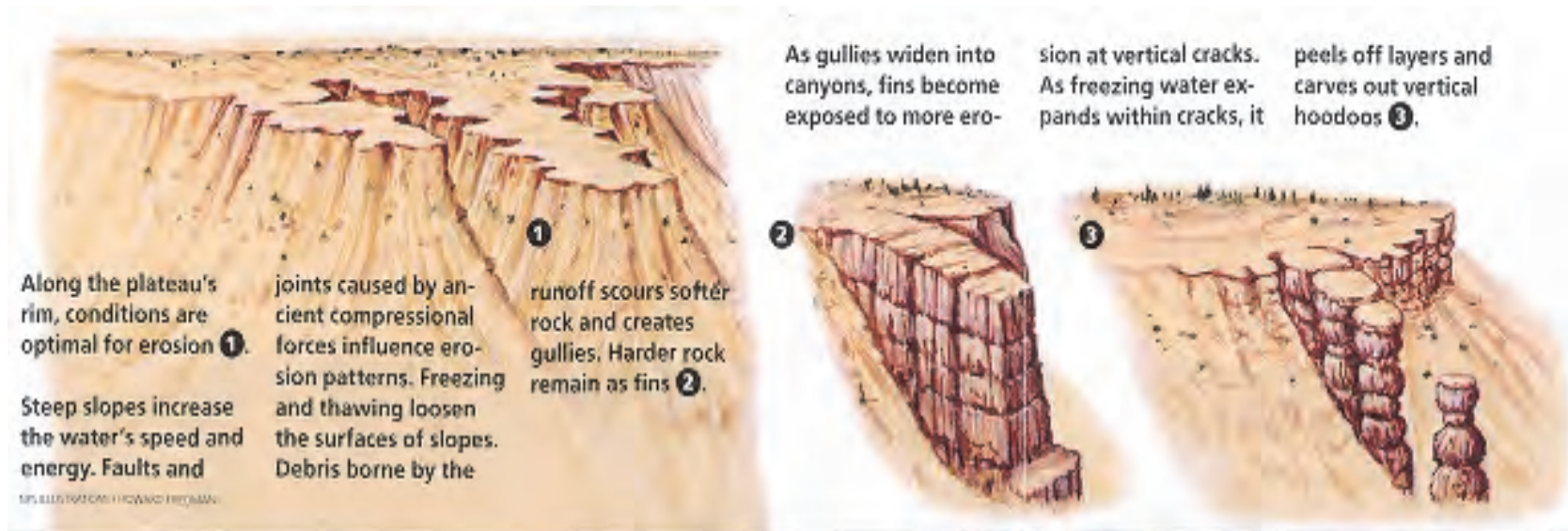
4.1 ブライスキャニオンの土柱地形の形成について



コロラド高原中ポンソーガント高原のBryce Creek(標高約2500から2700m)の谷地形に形成された古第三系の湖成層Wasatch F. (Claron F.) からなる奇岩・土柱

土柱の形成について

- 古第三紀の湖成層で砂岩や泥岩の互層、時に石炭層を挟む。赤褐色と白色を示しているが、赤褐色部は層理と無関係であり、陸上風化による着色(酸化)と見られる
- 地層の弱いところはいくびれをつくり「こけし」のような窪みとなる。現在の地形が形成されるまで200万年かからなかった
- 系統的な縦割れ目からの雨裂から差別侵食が起こり、標高が高く乾燥収縮や凍結融解により割れ目が広がり、さらに風など機械的な風化作用により現在の景観(hoodoos.fins)となったと推定される。エベニーザーブライスが1875年入植



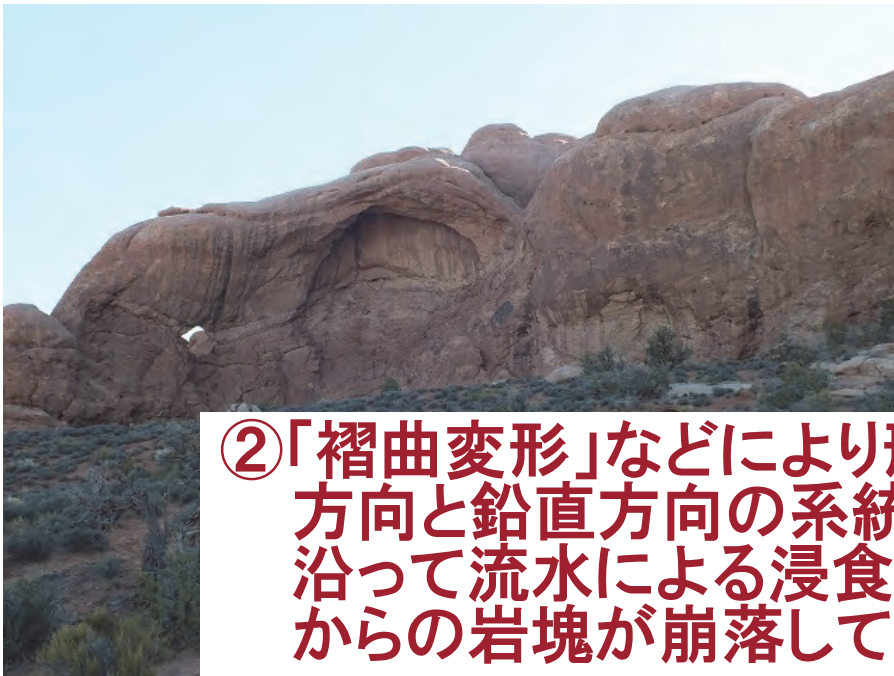
4.2アーチーズ(岩橋)の地形形成について



①斜面上部の甌穴状の穿孔



モニュメントバレーNavajo
ssの 上部層にて



②「褶曲変形」などにより形成された水平方向と鉛直方向の系統的な割れ目に沿って流水による浸食が拡大、割れ目からの岩塊が崩落して洞窟が広がる



Ⅲ 空洞周辺が浸食により削られてアーチズ(岩の橋)が出来る



Ⅰ Ⅱ Ⅲ
アーチズ形成順序の形態



Ⅳ
アーチが風化・浸食で削られ崩壊して岩塔として残る



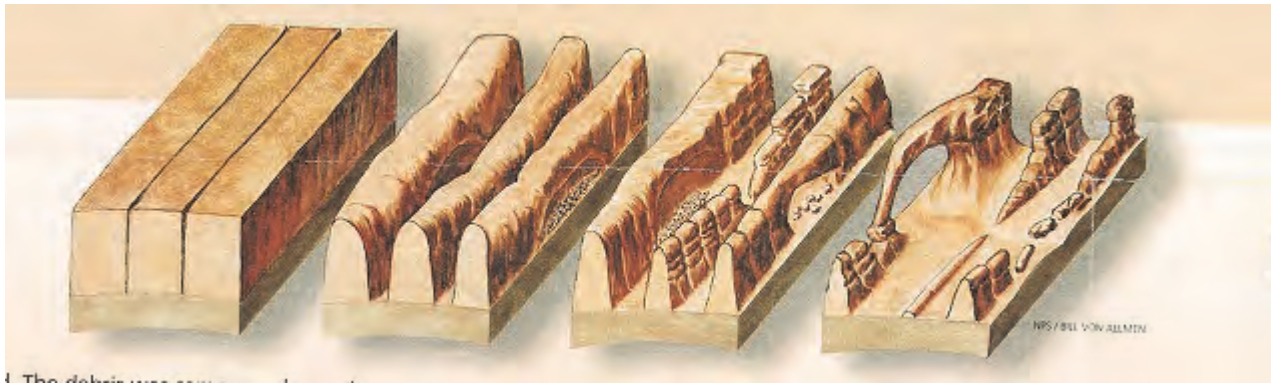
Pothole Arch Formation
Pothole arches start as depressions near a cliff face.

Pools of water collect and slowly deepen the pothole. Over time, water seeps through to the cliff face, forming an alcove.

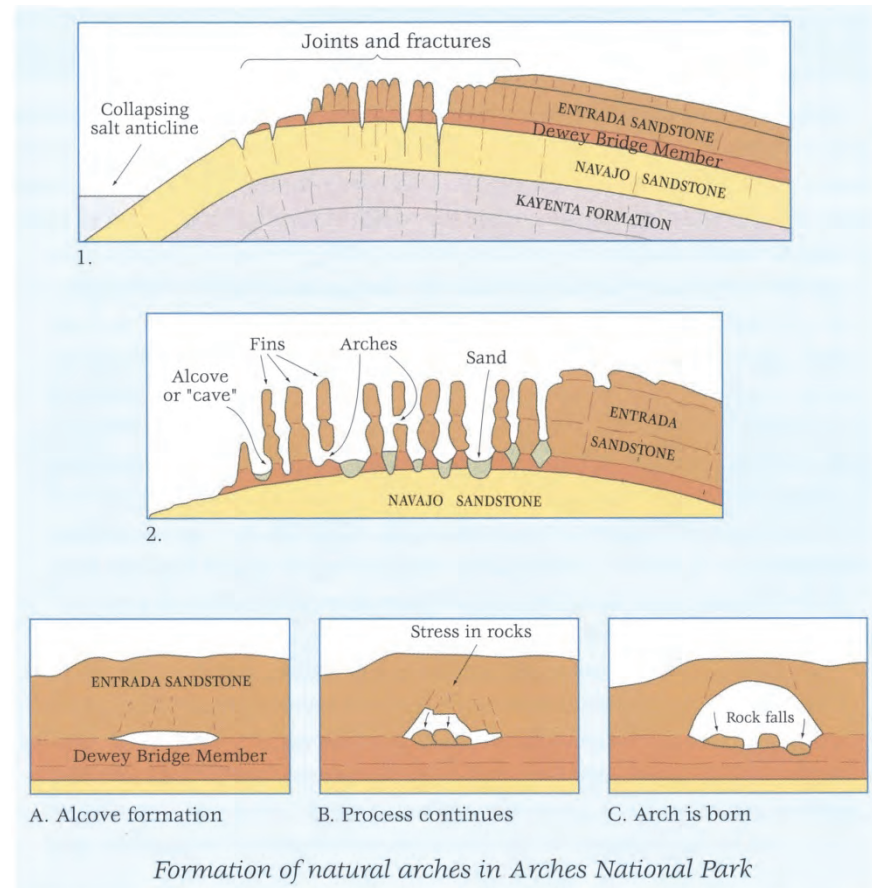
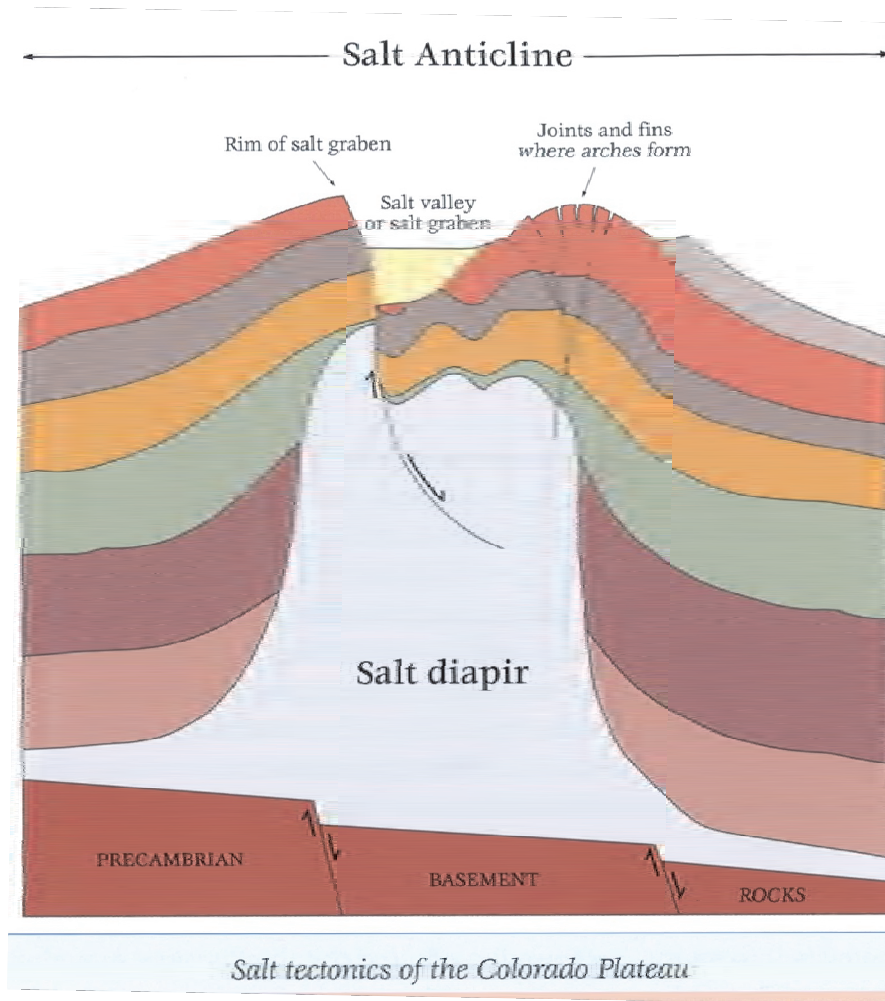
Eventually, the enlarging pothole meets the roof of the expanding alcove, creating an opening. The arch matures as erosion continues.

アーチーズの形成についてのまとめ I

- Arche が形成される地層はNavajo ss上部とEntrada F. に限られているように見える.モアブバレーとその北東15kmのソルトバレー間には岩塩ドーム分布.この地域に、集中して2000以上のアーチが認められる
- アーチーズ国立公園近辺にはMoab Fault や岩塩層があって、アーチが形成される層準には、緩い褶曲,岩塩層の隆起・陥没の変形で引っ張り割れ目や水平割れ目が多い.これらがアーチ形成の素因となっている
- 流水により甌穴が形成され(Ⅰ)、鉛直・横方向の割れ目沿いに浸食が進行し空洞が拡大(Ⅱ).空洞がアーチアクションが持たなくなって崩壊,周辺も浸食されアーチが形成された(Ⅲ).その後崩壊して岩塔等が残る(Ⅳ).塩食(化学的風化作用)も考えられる
- 洪水,風,乾湿繰り返し,凍結融解,氷河の浸食など継続的に浸食の場に晒されて形成されて今に至ったと推定される



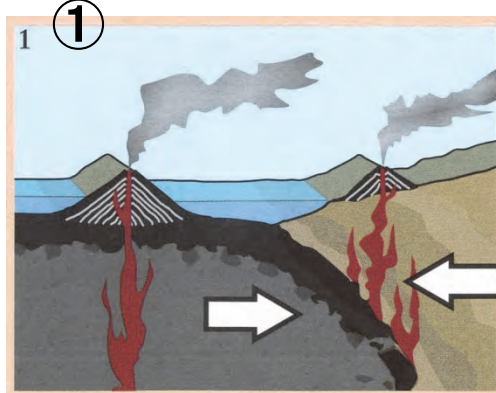
アーチズの形成についてのまとめ II



Hiking The Southwest
 Geology. Ralph lee
 hopkins. 2009 より転載

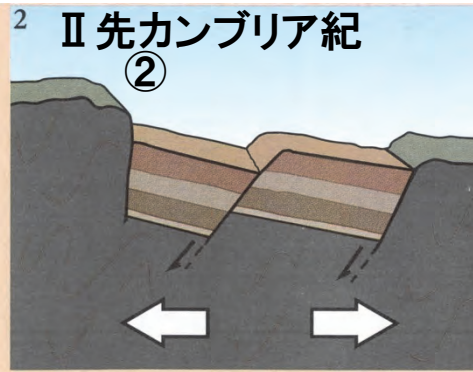
6.地史・地質構造のまとめ

I 先カンブリア紀



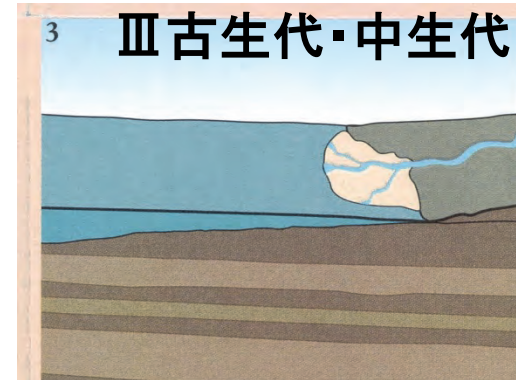
Vishnu Basement Rocks

Tectonic plates move slowly across Earth's surface. Almost two billion years ago a plate carrying an island chain and the plate that became North America collided. Heat and pressure from this process changed those existing rock layers into dark metamorphic rock, the basement of the canyon. Molten rock squeezed into cracks and hardened as light



Grand Canyon Supergroup

The red shale, fossil-bearing limestone, and dark lava of the Grand Canyon Supergroup are revealed in only a few areas. The many strata of the Supergroup accumulated in basins formed as the land mass pulled apart. The expansion caused blocks to tilt, inclining the Supergroup layers. The same process caused Nevada's alter-



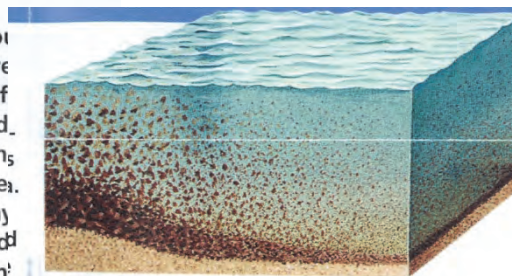
Layered Paleozoic Rocks

Nearly horizontal layers of sedimentary rocks comprise the upper two-thirds of the canyon's walls. These rocks formed near sea level and at the edge of the continent. The remains of marine life accumulated on the ocean floor to form limestone. Rivers deposited sediments in swamps and deltas that then became mudstones. Dunes solidified



The Cretaceous way (left) stre from the Gulf co northward. area of North, Sediments de. as the seaway and retreated the brown an' rocks now ex the park's low vations and a, Paria Valley.

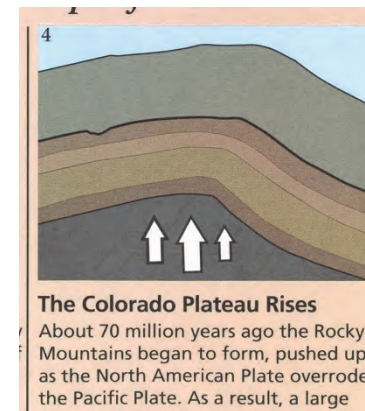
IV 白亜紀の堆積盆



Sediments may start as debris eroded from land. Water carries varying sizes of debris and can dissolve debris chemically. As water slows or cools, parti-

cles settle to the bottom, sorted by size and weight (above). Rocks form as particles are cemented and bonded together.

堆積機構



The Colorado Plateau Rises

About 70 million years ago the Rocky Mountains began to form, pushed up as the North American Plate overrode the Pacific Plate. As a result, a large

V ララミー変動によるロッキー山脈の形成と隆起



On the Colorado Plateau the high elevations and mountains create micro-climates

in which forests may grow surrounded by arid lowlands.

VI 7000万年前の隆起でコロラド台地が形成される

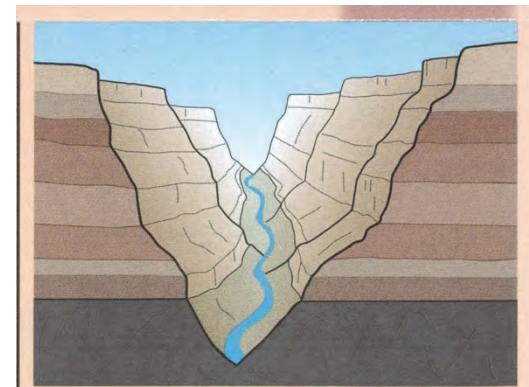
「カイバブ・アプリフト」



The hoodoos have been carved from the Claron Formation. Ancient lakes, streams, and rivers deposited the rock over a period of 20 million years (above). Today's state shapes are shown for reference.

VII 古第三紀の堆積盆(湖成)ブライス キャニオンの地層が堆積した

火山活動により山地形成



Canyon Carving

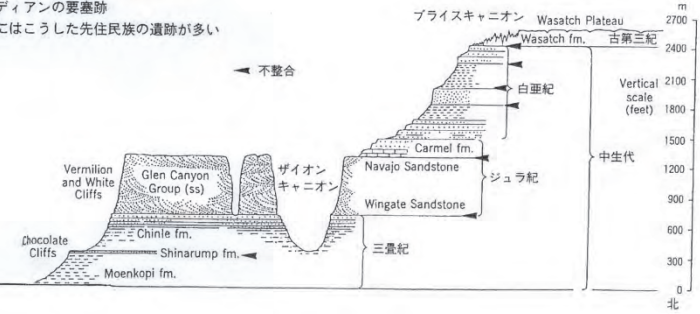
By five or six million years ago the Colorado River flowed across the Colorado Plateau on its way from the Rocky Mountains to the Gulf of California. Each rain washed sparsely vegetated desert soils into the river. A steep gradient and heavy sediment loads created a powerful tool for erosion. The river's volume varied season-

VIII 台地の浸食で峡谷やアーチズなどが形成される

第四紀の氷河期の氷河の浸食の影響による地形形成

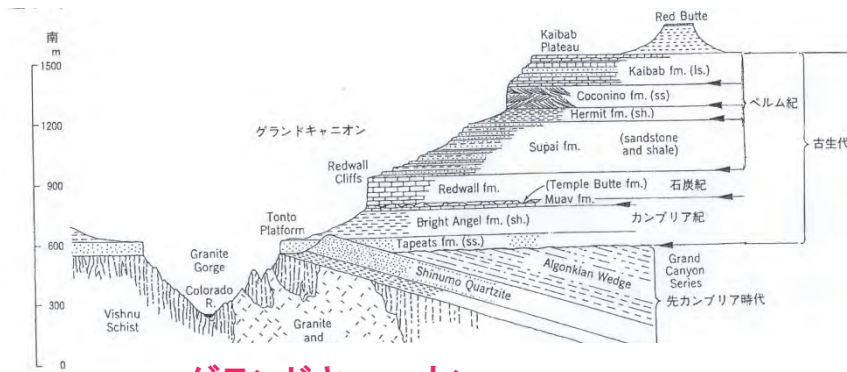
グランドサークルの地質構造

写真-4 アメリカインディアン要塞跡
アメリカ西部にはこうした先住民の遺跡が多い



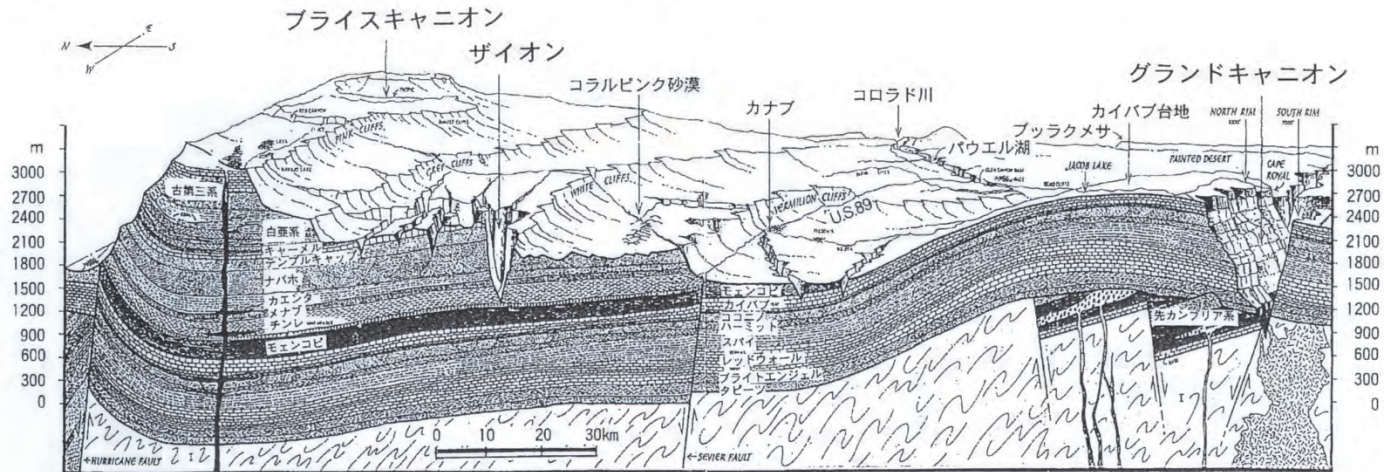
ザイオン・ブライスキャニオン

山野井 徹(1998):山形応用地質,第18号.転載



グランドキャニオン

山野井 徹



第3図 ブライスキャニオン・ザイオン・グランドキャニオンの関係を示す模式地質断面図
(Zion National History Association, 1975より)

7. Lake PowellとGlen Canyon Dam対火力発電所



・ グレンキャニオンダム

- ・アリゾナ州ページでコロラド川をせき止めた.1956着手、1966完成,上流200kmまで湛水,満水まで17年かかった
- ・高さ216m,堤長475m,アーチ式ダム,
- ・下流のフーバーダムでせき止められ下流域ネバダ州では干上がって砂漠化が進む

環境に大きな影響を与えてしまった.

このため、アメリカではダム建設はやめた

- ・ダム建設時に働いたナバホの人たちは完成後に電気をもらえると思い協力したが、実際電気は地元には供給されなかったのので、頭にきたナバホの人たちは自前で火力発電所を作った.送電線路とともに、周辺砂漠の景観が台無しとなった



8. 圧倒される鉄道輸送



最後の夜はホテル、モンテ
カルロにてブルーマン
ショーを楽しむ



- ご静聴ありがとうございました.