

国際地質年代学会議 顕生時代造山帯の地質年代に関するコロキウムに出席して

柴田 賢

1969年8月29日から9月4日までスイスで第4回国際地質年代学会議が開催された。この会議は国際地質学連合 (IUGS) の地質年代学委員会 (Commission on Geochronology) が主催して開かれたもので世界各地から約150名の関係者が地質年代に関する新しいデータを持って集まり、活発な討論が行なわれた。日本からは九大の山口勝、埼玉大の関陽太郎の両氏と筆者が参加した。会議は顕生時代造山帯の地質年代学 (Geochronology of Phanerozoic Orogenic Belts) というテーマで行なわれ、測定機器、分析法、標準試料、データの提示と解釈というサブテーマがつけられた。会議の日程は8月29日から31日までがチューリッヒの工科大学で、9月1日から4日までがベルンのベルン大学で行なわれ、また会議に先だって“中部アルプスの地質年代”というテーマの野外巡検も行なわれた。筆者は幸いこの巡検にも参加することが出来たので、会議の内容と中部アルプスの地質年代および巡検について紹介してみよう。

地質年代学委員会と国際地質年代学会議

国際地質年代学会議は前述の如く国際地質学連合の中にある地質年代学委員会が主催して行なうもので、今回がすでに4回目である。この地質年代学委員会は放射性同位体による年代測定資料と層序学的方法による資料を対比させて世界的な地質年代尺度を作ることをおもな目的として結成されたもので、現在 J.B. Afanass'yev

(ソ連) E. Folinsbee (カナダ) M.F. Glaessner (オーストラリア) H.D. Hedberg (米国) E. Jäger (スイス) T. Matsumoto (日本) M.E. Roubault (フランス) R.P. Suggate (ニュージーランド) の委員で構成されていて、この他に数人のアドバイザーがいる。わが国では上記委員会のメンバーである松本達郎教授を委員長とする地質年代学国内小委員会が下部組織として作られており、年一回情報交換のための集会を開いている。

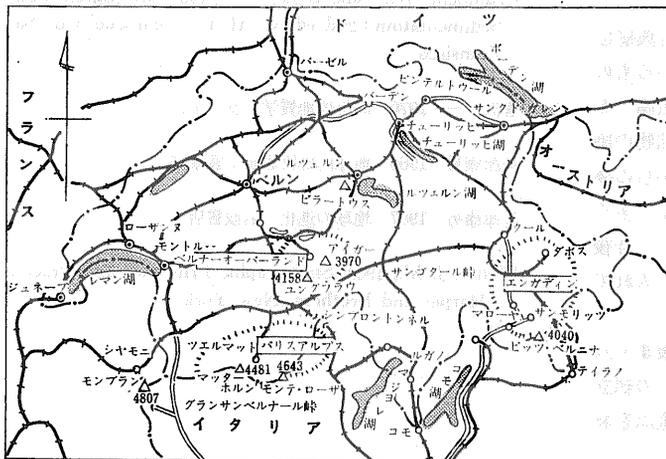
さて国際地質年代学会議は1965年にフランスのナンシーで第1回が開催され、その後第2回はソ連のキエフで、第3回はカナダのエドモントンで開かれた。第3回のテーマは“先カンブリア層状岩の地質年代に関するシンポジウム”で、13国から83名の参加者と35編の論文が発表され、その結果は1968年6月 Canadian Journal of Earth Sciences に特集号として印刷公表された。その時第4回はスイスで新しい造山帯の地質年代についてのシンポジウムを開いたらどうかという意見が出され、ベルン大学の Jäger 教授とチューリッヒ工科大学の Grünfelder 教授が世話人となって準備が進められてきた。

コロキウムの内容①

“顕生時代造山帯の地質年代に関するコロキウム”というテーマで行なわれた第4回国際地質年代学会議は参加者約150名、発表論文は16カ国から74編におよんだが(第1表) 米国、カナダ、オーストラリア、日本を除くと

ほとんど全部ヨーロッパ各国の研究者による研究発表であったことが特色である。会議直前に論文要旨集が各人に手渡され、講演20分、討論10分という規定であったが大半の発表が30分をこえる程、活発な討論が続いた。

コロキウムの前半は8月29日から31日までチューリッヒ工科大学の結晶・岩石学教室で、主として測定機器、分析法の研究発表がなされた。会議の冒頭に、討論をすることが目的であるから、形式的な挨拶ははぶきたいという世話人の発言があり、ただちに研究発表に入った。当日午後の会議の始めに、少し前になくなられた久野久



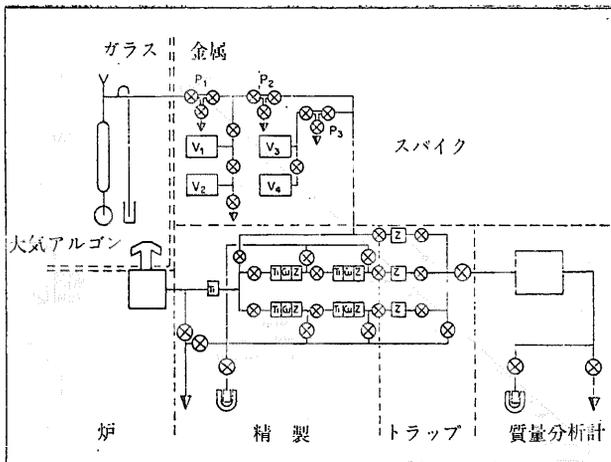
第1図 スイス略図

第1表 発表論文の国別による数

国 別	発表論文数	国 別	発表論文数
米 国	13	日 本	3
ス イ ス	10	オーストラリア	2
イ ギ リ ス	8	イ タ リ ア	2
カ ナ ダ	8	フィンランド	1
ソ 連	7	オ ラ ン ダ	1
フ ラ ン ス	6	ルーマニア	1
西 ド イ ツ	6	ユーゴスラビア	1
ベ ル ギ ー	4	ポーランド	1

教授の冥福を祈って全員黙とうをささげた。久野教授は地質年代にもたいへん興味をお持ちだったようで、飛驒変成岩の最初の K-Ar 年代を発表されたのも同氏であった。

測定機器については、質量分析計のデジタル記録、同位体分別法 (Isotope fractionation) にアルゴン分析用小型質量分析計、アルゴン抽出精製装置等が話題となった。特に質量分析記録のデジタル化は、最近急速に開発されている技術で、さらにコンピューターも使用して同位体組成の計算まで自動的に行なうようにするもので、分析のスピード化と精度の向上という利点のため、研究者共通の関心事であった。同位体分別については Pb の分析の際の分別作用について Ozard と Russell (カナダ) が、また Rb-Sr の分別作用については日本の山口勝氏が報告した。小型質量分析計については特にイギリス A.E.I. 社の MS10 型についてのくわしい報告が Rex と Dodson (イギリス) によってなされ、この質量分析計のすぐれた性能が認識された。地元のチューリッヒ工科大学の Signer 教授が発表したオンライン方式アルゴン抽出装置 (第2図) は、装置の優秀さもさること

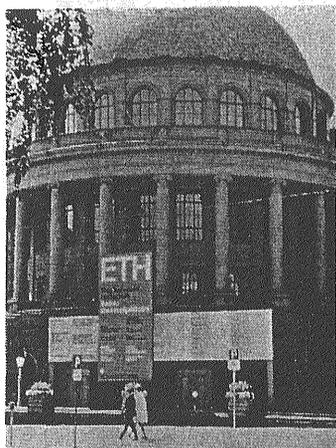


第2図 アルゴン抽出装置 (Signer & McDowell)

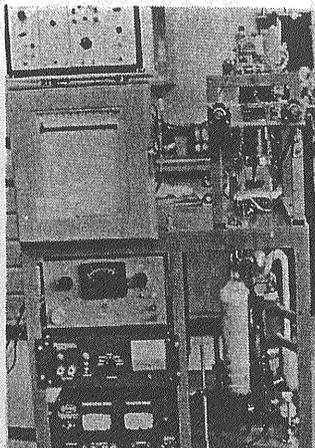
とながら、その複雑さにみなおどろいたようであった。この装置はあとで実験室見学の時も最も話題となったもので、最高40個の試料を一度に装てんすることができ、30個以上のコックを使用してわずか50分という短時間でアルゴンの抽出精製ができ、さらに直結した質量分析計ですぐアルゴンの測定ができるという、まことに夢のような装置であった。

質量分析以外の分析法による研究では、 γ -スペクトロメトリーによる鉱物中の U、Th の分析、 α -スペクトロメトリーによる堆積物の年代測定、およびフィッシュトラック法による年代測定の論文紹介があった。

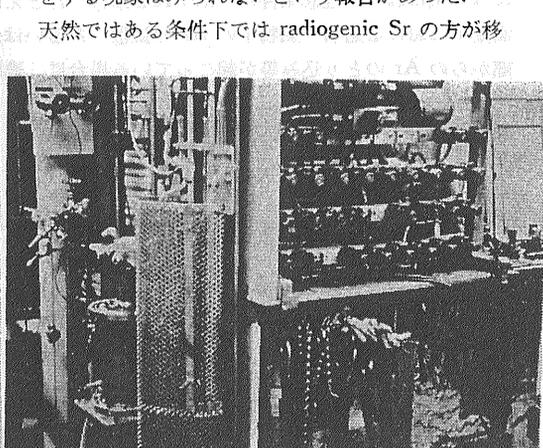
鉱物中の Ar、Sr 等の元素の移動に関する室内実験のところでは Giletti を Hofmann が熱水溶液中の黒雲母の Rb-Sr K の同位体交換の研究を発表した。その中で normal Sr (天然の組成をもつもの) と radiogenic Sr (^{87}Rb の放射性壊変によりできたもの) とが別々の行動をする現象はみられないという報告があった。天然ではある条件下では radiogenic Sr の方が移



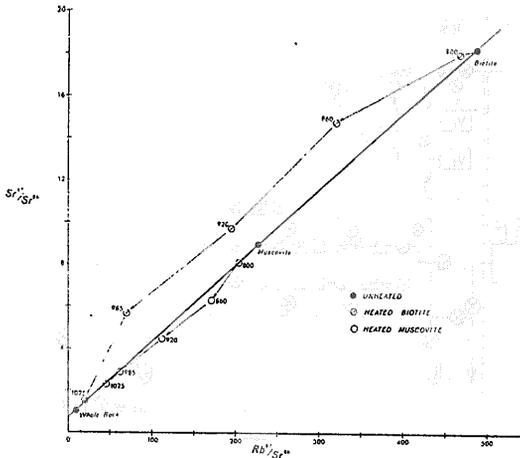
写真① チューリッヒ工科大学 ETH あるいはホーホシュレと呼ばれて市民に親しまれている、スイス最高の技術系大学である



② MS10型質量分析計 (カナダ地質調査所)



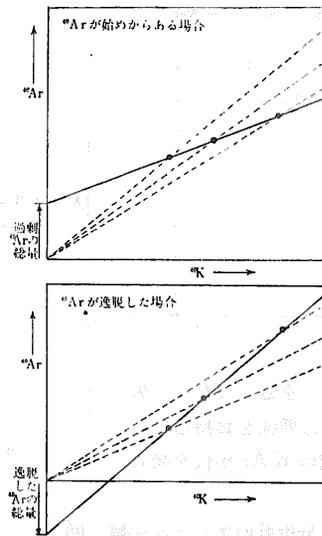
③ アルゴン抽出装置 チューリッヒ工科大学の Signer 教授が製作した非常に複雑な装置



第3図 加熱による雲母の Rb-Sr アイソクロンの変化 (Baadsgaard & van Breemen) 数字は加熱温度

動しやすいと考えられる例がある。一方 Baadsgaard と van Breemen はアダムロ岩を空气中で加熱して 800~1025°C の温度での鉱物中の Rb Sr K 等の元素の移動の様子をくわしく実験した結果を発表した(第3図)。加熱により雲母は Rb と radiogenic Sr を失い normal Sr を得ることが示された。そしてこれらの元素の移動を支配するのは単純な体積拡散ではなく加熱による鉱物の変化にともなう化学的・熱力学的要因によるものであろうと推定した。この研究は前述の Giletti 等の結果と一見矛盾するようであるが、実験条件が全く異なるので比較はできない。しかし鉱物中での Rb Sr K Ar 等の移動の問題は年代測定結果を解釈する際常に考慮しなければならないことで、こういうくわしい実験的研究は大いに参考になるものと思われる。

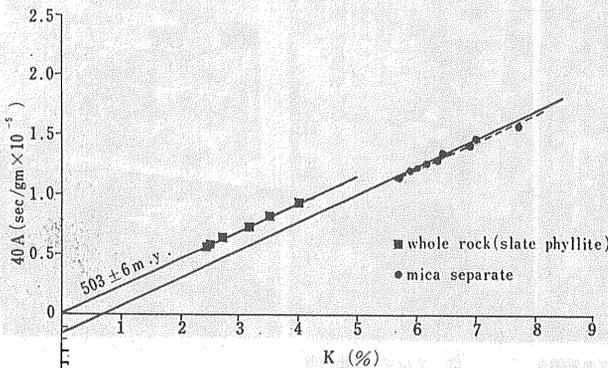
年代測定に関する理論的な研究については Damon が K-Ar 法において理想条件からはずれる場合、たとえば高温下における岩石・鉱物中の Ar の拡散、あるいは外部からの Ar のとり込み等が起こっている場合に、逸脱



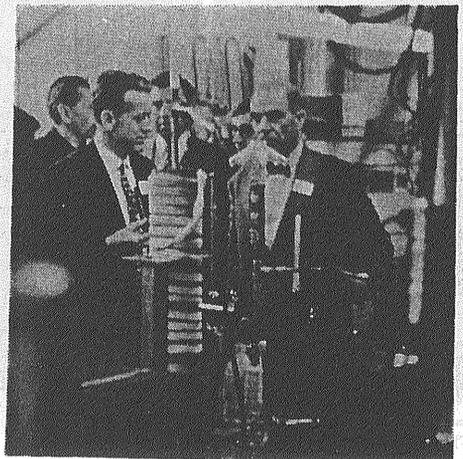
第4図 K-Ar アイソクロン(実線)の年代を求めることが出来ることを示した(第4図の場合の見かけの年代を示すアイソクロン)。そしてスコット

ランドとアイルランドのカレドニア造山帯の岩石・および北アパラチアの岩石について実際例を示し、雲母から一定量の⁴⁰Arが逸脱したことを示した(第5図)。

チューリッヒでの前半の会議の終了後、工科大学のアイソトープ実験室を見学した。かなり規模の大きい研究室で特に Grünfelder 教授が中心となって行なっている U-Th-Pb 法の研究の実験設備および Signer 教授が開発した Ar 抽出装置に皆の関心が集まった。結晶・岩石学教室のホールにはアルプスの模型やアルプス産の岩石・鉱物が陳列されていたが、中でも石英の大結晶は見事なものであった。そのあと一行はバスで後半の会場であるベルンへ向かったが、途中、チューリッヒ郊外



第5図 スコットランドのカレドニア造山帯の岩石の K-Ar アイソクロン (Harper) 全岩の年代は 503±6m.y. 雲母のアイソクロン年代は 489±9m.y. ⁴⁰Ar-loss は 1.31±0.25scc/gm × 10⁻⁵



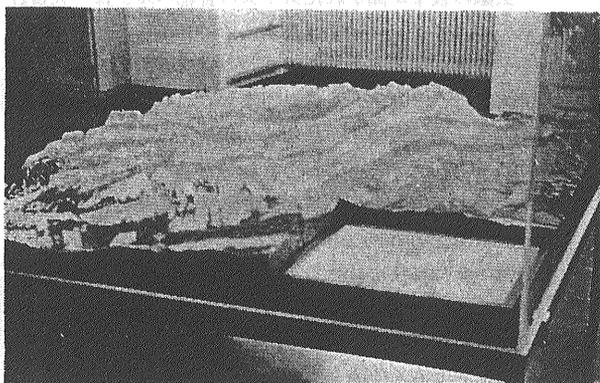
④ チューリッヒ工科大学の実験室 左は Signer 教授 右は MIT の Hurley 教授

のレストランですばらしい昼食をごちそうになった。いわゆるバイキング方式で各自好みの料理を皿に盛ってりんごの木の下に並べられたテーブルを囲みぶどう酒を飲みながらスイス料理に舌づつみをうった。そのうちにバンドがやってきて スイス民謡をかなで 一同何度も拍手を重ねた。木かげからもれる夏の日をあびながら まことになごやかな一時であった。途中で地質年代学委員会の委員長である カナダの Folinsbee 教授が挨拶に立ち 今回の会議の世話人である Grünenfelder

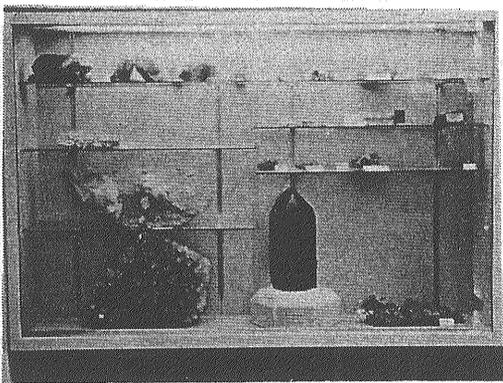
Jäger 両教授もねぎらい ソ連の Afanass'yev 博士も挨拶に加わった。筆者はたまたまソ連の著名な鉱床学者 コルジンスキー博士夫妻と同席してしばし 歓談したが時々冗談もまじえて話し好きな老学者という感じがした。

チューリッヒとベルン

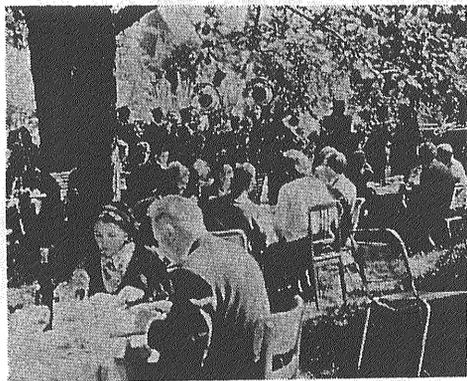
会議の前半が開かれたチューリッヒはスイス最大の都市で人口45万 スイスにおける商工業の中心地である。観光国スイスの表玄関にふさわしく 商店街もあかぬけ



⑤ アルプスの地質模型

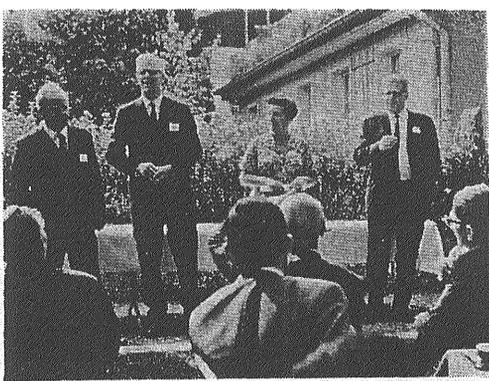


⑥ アルプス産の鉱物・岩石
工科大学結晶・岩石学教室にかざられているもの

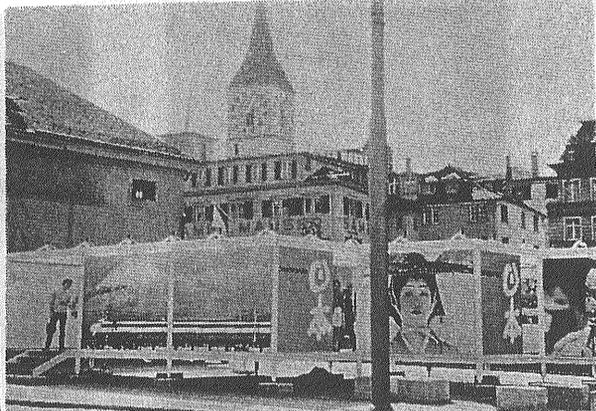


⑦ 食糧会の風景
バンドがかなでるスイス民謡を聞きながらりんごの木の下でスイス料理を楽しむ

会議を成功させた人達 ⑧
左から Afanass'yev (ソ連) Folinsbee (カナダ地質年代学委員会委員長) Jäger (ベルン) Grünenfelder (チューリッヒ)



⑨ リマト川とチューリッヒ市街



⑩ 日本色のチューリッヒ市街
後方はザンクト・ペーター教会のヨーロッパ最大の時計塔



第6図 スイスの言語区

して、街は観光客であふれていた。市の中心をリマト川が流れ、両岸に市街が広がり、南部にはチューリッヒ湖がきれいな水をたたえている。湖岸は公園になっていて、お天気のよい日には、はるかに雪をいただくアルプスの山なみを望むことができる。チューリッヒ工科大学は市東部の高台に、チューリッヒ大学と並んで建っている。ここから眺めるチューリッヒ市街は美しい。会議期間中、チューリッヒでは日本週間が開催されていて、店々に日本の商品、美術品が並べられ、街路には鯉のぼりまでたてられて、日本の街を歩いている感じが一寸した。ちょうど夏祭りも行なわれ、チューリッヒ湖岸では花火大会も催されて大変な人出であった。

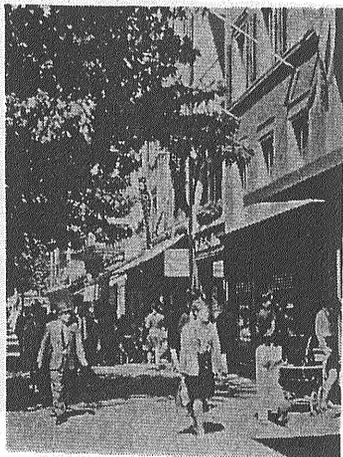
スイスは多言語国家で、ドイツ語（人口の74%）、フランス語（21%）、イタリア語（4%）、およびロマンシュ語（1%）が使用されている（第6図）。大抵の印刷物にはドイツ語、フランス語、イタリア語の3ヶ国語が書かれている。チューリッヒ、ベルンではドイツ語が使われているが、ドイツ人によればスイスで話されるドイツ語はドイツ人のものとは少しちがうとのことである。英語は観光国であるためかなりよく理解される。今度の会議の使用語は原則として英語ということで論文発表、討論はほとんど英語で行なわれたが、一部ロシア

人とフランス人が自国語を使っていた。チューリッヒは英語ではズーリック、ベルンはバーンとなってしまう。始めて聞くものには何のこともさっぱりわからない。あるオランダ人が「ドイツ語やフランス語が話される土地で英語を使って会議が行なわれるのは何となく残念だ」と言っていたが、今や英語はたしかに世界語になりつつある感じがする。

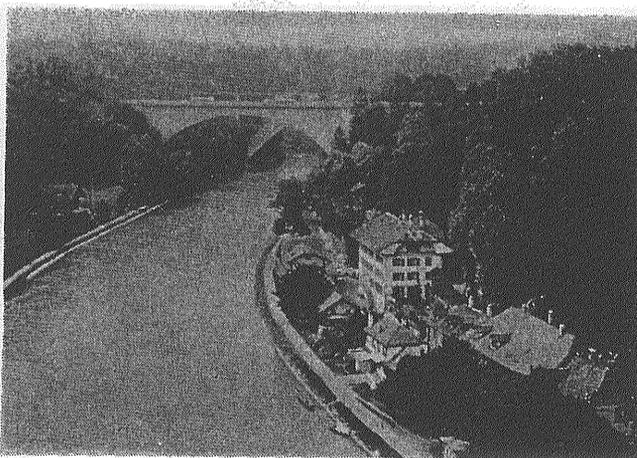
会議の後半が開かれたスイスの首都ベルンは、人口17万の小都市で、ユングフラウ、アイガー等の名峰を有するベルナーオーバランド地方への入口でもある。ベルンは中世の雰囲気があちこちにただよう古いかわいらしい都市で、16世紀に作られたという11の噴水が街を色どり、また古い時計塔は市第1の名所だ。この時計は1時間毎に動物の人形が回り、鐘がならされておもしろい。

会議が行なわれたベルン大学物理学教室は市の西部の高台に建つ近代的建物である。ここから眺めるベルナーオーバランドの山々はみごとだそうだが、残念ながら期間中とうとう姿をみせてはくれなかった。アインシュタインは相対性理論を発表した頃の若き一時代をこの教室で過ごしたこともあり、像がホールに置かれていた。

期間中一夜、ベルン大学主催の晩さん会が、ベルンの名所グレン山で開かれた。ここは市の郊外、高さ800m程の山の上で眺めのよい所だ。ホテルの前庭でぶどう酒を飲みながらしばしば大きなアルプスの角笛の音に聞きいった。誰かがためしに吹いてみたが音が出なかった。食事の中ばにスイスの民族衣装をつけた人達がやって来て、アコーディオンの伴奏で民謡を歌いおどてみせてくれた。ここでもGrünenfelder Jäger 両教授が一同からねぎらいの声がかかり、とくにJäger 女史を地質年代学の女王にしたいという提案あり、一同大かっさいという場面もあった。



① 鯉のぼりがかざられたチューリッヒ市街



② ベルン市を流れるアール川
ベルンは緑にかこまれた静かな古い都市だ

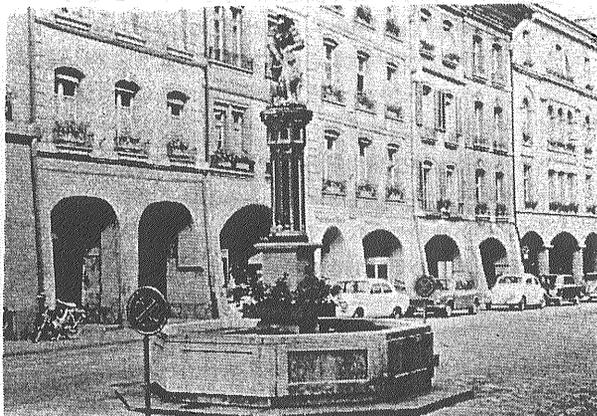
ベルンは熊に縁の深い都市である。ベルンという名前もドイツ語の熊という言葉に由来し、市の紋章も熊、熊公園もある。昔は熊が街の中でもみられたというが、ベルンは今でも熊に愛されそうな静かな緑の多い所である。

コロキウムの内容②

コロキウムの後半はスイスの首都ベルンのベルン大学物理学教室で行なわれた。ここではおもに世界各地の地域的地質年代学標準試料、地質時代区分の問題が討議された。とくにヨーロッパ各地の地質年代研究報告が大半を占めたが、中でもスイスを中心とするヨーロッパアルプスの地質年代は丸一日をかけて活発な討論がくりひろげられた。スイスアルプスの地質年代については次回で説明する予定であるので、くわしくはのべないが、チューリッヒ工科大学のGrünenfelder Köppelのジルコン年代研究、およびベルン大学のJäger HunzikerのRb-Sr年代研究に関心が集まった。特にJägerの

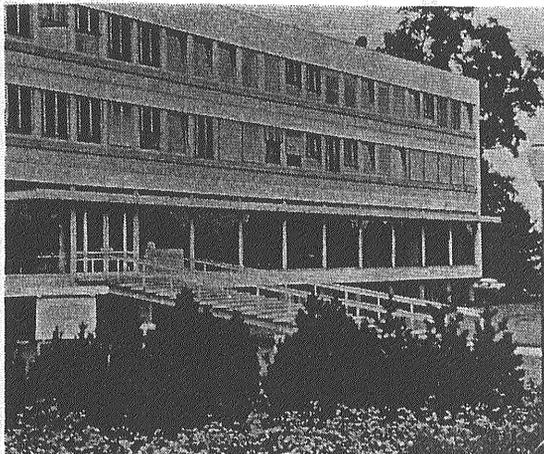
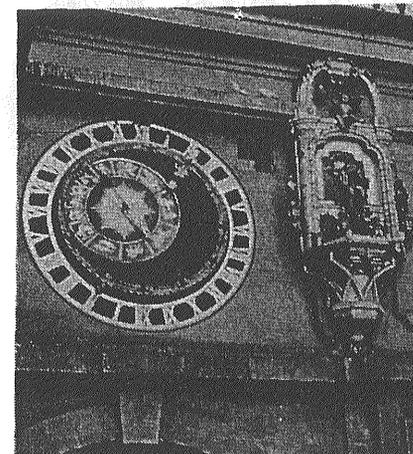
発表に対してMITのHurleyがRb-Srアイソクロンを作る際の試料の選び方についてかなりきびしい批判をし、イギリスの研究者がJägerを弁護する等かなりはげしいやりとりがあったのは印象的であった。世話人としてこの会議を成功させ、また女性でもあるJägerに対してかくもきびしい批判をするということは、日本人の感覚では、ちょっとできないことのような気がするが、学問と感情とのけじめははっきりつけておく、というこの態度は見習うべきことかも知れない。この他ルーマニア、ポーランド、ユーゴスラビア等の東欧諸国を含めて、ヨーロッパのほとんどの国が年代測定の研究を行なっていることが論文発表からわかった。中にはオランダのように国立の同位体研究所を作って、年代測定を一カ所にまとめて行なっている国もあり、それは設備等で大変費用のかかる地質年代研究を進める一つの好ましい姿だと思った。

アメリカ大陸の地質年代学ではMITのFairbairn



⑬ スイス連邦国会議事堂

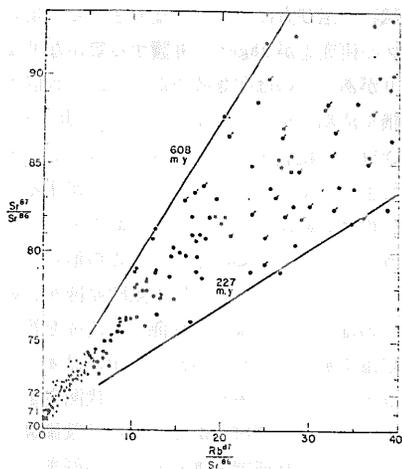
⑭ アーケードのあるベルンのオールドタウンと16世紀に作られた噴水



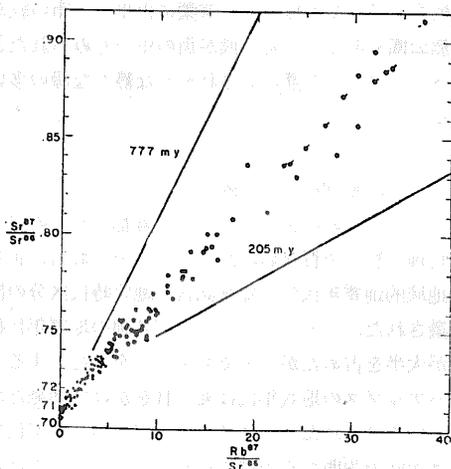
⑮ この古い時計は毎時動物の人影がおどりを演じて、ベルンの名所だ

⑯ ベルン大学物理学教室

⑰ 物理学教室の Einstein 像
彼は若い頃ここで通ったことがあった



第7図
北アパラチアの深成岩 200 個の
Rb-Sr アイソクロン図
(Fairbairn & Hurley)

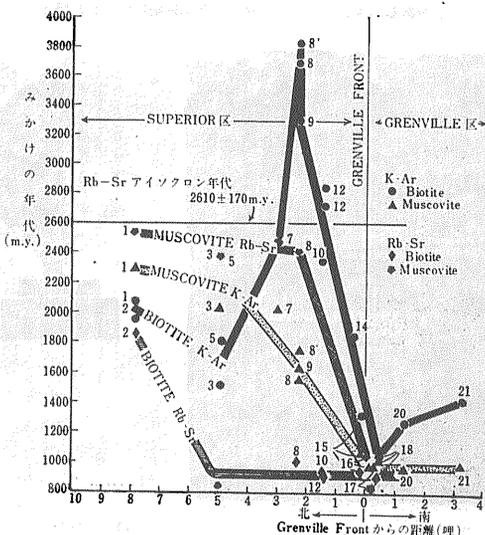


第8図
北アパラチアの火山岩 170 個の
Rb-Sr アイソクロン図
(Fairbairn & Hurley)

と Hurley の北アパラチアの地質年代の話が面白かった。彼等は北アパラチア地方に分布する花崗岩質岩石について多くの研究者が発表した Rb-Sr の全岩分析値を整理して 第7図の如く測定点が分布することを示した。図から点が 608m.y. から 227m.y. のアイソクロンの中に入り 約 400m.y. の年代差があることがわかる。そしてこの二つの年代は造山帯の活動の始まりと終わりの年代を示すものであろうと推定した。また $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の初生値も第7図にみられるように比較的かぎられた範囲の値をとり 造山帯内で共通のある一定範囲の値というものが存在すること 点の散らばりは Rb や Sr の移動によるものではなくて別々の貫入 変成事件の集合によるものであることを指適した。一方火山岩について同様な図を作ってみると (第8図) 深成岩のように上下限をかぎるアイソクロンを引くことはできず また Rb/Sr 比の高いもの (酸性火山岩) については年代がや

や若くなり $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の初生値も大きくなる傾向がある。個々のアイソクロンについても酸性火山岩はしばしば予想よりも若い年代を与えることがあると 彼等はのべている。

今度のコロキウムで特に興味のもたれた話題の一つに 鉱物中の過剰 (Excess) の radiogenic ^{40}Ar の問題があった。この現象の野外での事例について カナダ地質調査所の Wanless 等が古い花崗岩・変成岩中の黒雲母について またオーストラリアの McDougall は若い火山岩について示した。Wanless 等はケベック州チブガムのカナダ盾状地内の花崗岩・変成岩について 種々の鉱物および全岩試料の K-Ar Rb-Sr 年代を測定し 鉱物年代が第9図に示すごとく興味ある分布を示した。この地域にはちょうど Grenville Front と呼ばれる大構造線が走っていて それを境に南側は Grenville 区 北側は Superior 区という地質構造区に分けられるが 全岩による Rb-Sr 年代は南北両区の岩石共に 2610m.y. というアイソクロン年代を示し 両区に差はみとめられない。しかし第9図の如く鉱物年代は Grenville Front を境に南側では 900~1000m.y. であるのに対して 北側では Front から離れるに従い 900~1000m.y. から 次第に大きくなり全岩年代に近づく。ところが黒雲母だけは Front から3マイル程 Superior 区へ入った所で 3800m.y. という異常に高い年代を示している。この年代はもちろん真の値ではなく 岩石の生成あるいは変成時に黒雲母中に何らかの原因によって radiogenic ^{40}Ar が入りこんで 見かけ上大きな年代を与えたためと考えられる。この黒雲母を加熱してみても正常の黒雲母との間に ^{40}Ar の逸脱の状態に差がないことがわかっており 今の所ははっきりした説明はなされていないがとに角大変興味ある事実と言わねばなるまい。

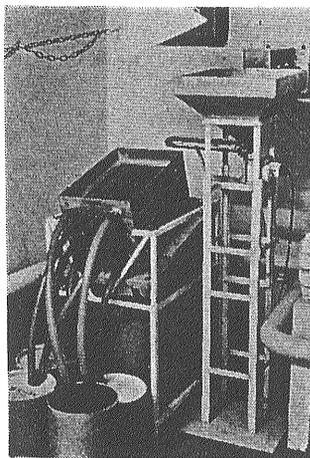


第9図 Grenville Frton 付近の鉱物年代の分布 (Wanless等)

McDougallはニュージーランドのオークランド火山岩類の若いアルカリ玄武岩について、K-Ar 法にて年代を測定して、14万年から47万年にわたる年代を得た。ところがこれらの岩石は¹⁴C法によって6万年よりも若く大半は3万年よりも若いことがわかっている。これらの事実から玄武岩は生成時に外から radiogenic ⁴⁰Ar をとり込んだものと推定した。また、この外部アルゴン (Extraneous Ar) は、それぞれの火山ではほぼ一定という事も示した。この現象は玄武岩がおそらく基盤の古い岩石もとり込んで、噴出したために起こったものであり地上に噴出する大陸性の若い火山岩の K-Ar 年代を測定する場合には注意が必要であると指適した。

日本の岩石の地質年代については、埼玉大学の関陽太郎氏が、丹沢の石英閃緑岩の K-Ar 年代について報告した。地質学的に推定される中新世中期の年代に対して K-Ar 法では、4、5百万年といちじるしく若くなってしまうことから、この岩石は貫入後もしばらく高温を保っていて、K-Ar 年代は上昇・冷却の時期を示すものであろうと推定した。九大の山口勝氏は日本の変成岩の地質年代について新しいデータを盛り込んで総括的な解説をした。変成岩の K-Ar、Rb-Sr 鉱物年代は再結晶の時期より若い年代を示し、変成度の高い地域ほど若くなる傾向があることを示した。筆者は飛騨変成岩の Rb-Sr 年代について新しいデータを発表し、Rb-Sr の全岩方法を用いて飛騨帯の複変成作用問題を解明することができる例を藤橋付近の岩石について示した。

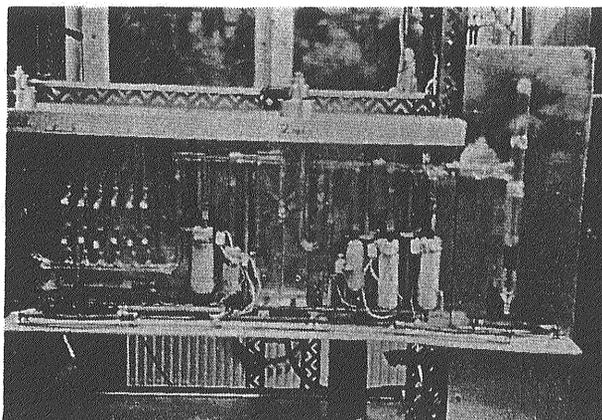
ベルンでの第3日目終了後一行はベルン大学鉱物・岩石学教室の実験室見学に出かけた。同教室は会場から歩いて15分たらずの静かな住宅街の中にあつた。研究室の規模はチューリッヒ工科大学程大きくはないが Jäger 教授が女性のせいもあるが、非常に細かい所まで整備の行きとどいた実験室であつた。とくに試料調製装置には色々工夫がこらしてあつて、能率よく作業が



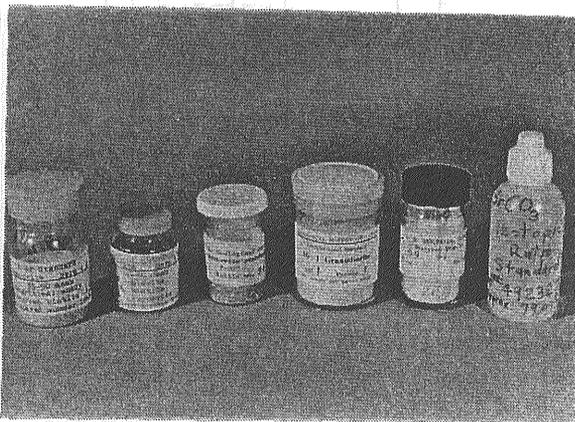
⑧ 鉱物分離装置
ベルン大学鉱物・
岩石学教室

出来るようになって参考になった。ここで Jäger 教授から地質年代測定用標準試料 Bern 4M 4B をいただいた。

コロキウム最後の一日は、地質年代学委員会の会合ということで、標準試料と地質時代区分について討議がなされた。年代測定用標準試料については、一年程前から公表、未公表を問わず各種の試料の分析結果をこの会議に提出するよう求められていたので、多くの資料が集まり、要旨集の最後に40ページにわたって結果が発表された。これはきわめて貴重な資料であり、年代測定研究に大いに役立つものと考えられる。おもな標準試料を第2表に示したが、中には Bern 4M 4B P207 E&A SrCO₃ 等、数年前から広く世界の研究所に配分され使用されてきて、すでに分析値もかなり正確にわかっているものもある。たとえば P207 は第3表に示すごとく多くの研究所で分析が行なわれ、きわめて正確な値が求められており、我々の研究室でもこれを使って逆にスパイク ³⁹Ar の検定をしている。その他、地質調査所で作成した地球化学標準試料 JG1, JB1 の分析結果も



⑨ アルゴン抽出装置 ベルン大学鉱物・岩石学教室



⑩ 地質年代測定用標準試料
左から Bern 4M 4B P207 JG1 G2 E&A SrCO₃

Laboratory	Potassium analyses			Argon analyses				Calculated age (m.y)
	Method	Number of analyses	Mean K ₂ O (wt.%)	Tracer		Number of analyses	Mean ⁴⁰ Ar rad (10 ⁻⁹ moles/g)	
				Type	Calibration			
Australian National Univ.	FP	2			A, S	5	1.246±0.018	79.5
Bundesanstalt für Bodenforschung (W. Germany)	FP	6						
Geochron Labs	FP	4			A, C, I, S	3	1.251±0.005	82.5
Geol. Survey of Canada	X	1	10.43		C	1	1.283	82.0
	ID	5	10.35±0.15					
Geol. Survey of Japan	KTPB	3	10.48±0.10		C	3	1.258±0.005	80.4
	FP	2	10.22±0.09					
Isotopes, Inc.	ID	4			A	2	1.224±0.006	80.6
Lamont Geol. Obs.	ID	5			A	4	1.257±0.022	80.2
Max Planck Inst.	FP	6	10.40±0.04		A	3	1.258±0.008	80.2
	ID	2	10.35±0.07					
Min. Inst., Bern	FP	2						
Oxford	FP	12			A	4	1.264±0.009	80.2
Socony Mobil	KTPB	4			C	3	1.245±0.006	79.2
Shell Development					C	3	1.245±0.013	
Tohoku Univ.	FP	3			—	3	1.341±0.014	87.5
Univ. Alberta	FB	2	10.34±0.02		A, C, I, S	3	1.263±0.003	80.9
	KTPB	5	10.34±0.11					
Univ. Amsterdam	FP	6						
Univ. Arizona	FP	5			A	3	1.270±0.007	80.7
Univ. California, Berkeley	FP	8			I, S	1	1.265	81.4
Univ. California, La Jolla	AA	1			A	4	1.245±0.009	81.2
Univ. Hawaii	FP	7			I	(5)	(1.254±0.025)	(83.7)
Univ. Tokyo	KTPB	3			C	2	1.223±0.014	78.0
Univ. Toronto					C, I, S	5	1.273±0.007	
Penn. State	JLS	1						
Cambridge Univ.	FP	6						
U.S. Geol. Survey	FP	12	10.20±0.09		C, I	12	1.253±0.007	81.3
	ID	1	10.39					
Number of analyses, N		118				64		
Mean, \bar{x} , of lab. means			10.29				1.260	81.0
Median, \bar{m} , of lab. means			10.35				1.258	80.6
Std. dev., s , of lab. means			0.13 or 1.26% of \bar{x}				0.024 or 1.90% of \bar{x}	2.1 or 2.59% of \bar{x}

FP=flame photometry, ID=isotope dilution, KTPB=potassium tetraphenylboron precipitation, X=X-ray fluorescence, JLS=J. Lawrence Smith method, AA=atomic absorption.

B=bulb tracer. M=manifold or "batch" system.

A=air argon from atmosphere, C=purified commercial air argon, I=interlaboratory standard mineral, S=intralaboratory standard mineral.