

日本地質学会関西支部報

—No. 39—

1959年11月10日発行

京都市左京区北白川1丁目分町京都大学理学部地質学鉱物学教室内
日本地質学会関西支部

講演要旨

以上の硬砂岩は、河水面上採石可能重約2億7千万トン以上と概算され、日産500トン採石するとしても3,000年以上継続して採石し得る計算となる。

次に、東山地区の北部には、本年5月1日から有料トライクウェーが開通して、工事中暫時は露出がよかつたが、今は石垣と鋪装に加え、一般通行が禁じられて、踏直は不便になった。この地区には、N-S間に近き断層があって、西半は北より順に述べる。厚い黒頁岩、薄い砂岩、厚いチャート（一部は白頁質チャートがある）、東半は厚い黒頁岩、厚いチャート（一部は白頁質チャートを核む）の互層である。南北断層を境として東西に於て砂岩の厚さが大変異なる。

断層の東側には小面上断層が2ヶ所露出し、(傾斜S W20-30°)大なる南傾の急傾斜断層も露出する。N-S断層の西側は走行E-Wに近いが、東側は、一部の頁岩砂岩はN60-70E、南部のチャートはN40-50Wである。これらの岩層分布、排列、走向傾斜、地質構造などから見て、砂岩層の上にチャートが断層しておるらしい。この構造運動のため、N-S断層の西ではチャートの断層のため砂岩は失われ、紫人と頁岩の上に断層した形となり、東では砂岩の大部分が保存され、砂岩上にチャートが断層しておるものと考えられる。

松下教授は西山の風山断層は東山の北部附近に来るであろうと述べておる(近畿地方地質誌)この断層は上記の地帯、即ち知恩院の東北から將軍塚の北方にはは東西(N80W-S80E)にN-S断層に断層されては東西(N40W-S40E)に走って山科盆地に入るが如くである。この断層帯は、砂岩層をなしておるために断層面は見られない。

放射能の地学への応用

(34年5月23日、支部総会講演)

初田隆一郎(京大)

1. 総論

ラジオアイソトープ (RI) と言うと一般には原子炉

京都近傍の地質について

(34年5月23日、支部総会講演)

上治寅治郎(鉱産資源研)

地質学教室の学生交際、ことに松下教授の露岩研究ならびに著者の調査資料を藉って述べる。時間の都合もあるため北の一部と東山の一部のみについてお話ししたい。他は別掲の地質図(5万分1京都東北部、同西北部及西南部の4葉)についてお話しを願うこととしたい。(地質図略)

活北では雲ヶ棚断層(沢田・藤原、地質雑 Vol.47 No.562, 冊15)の一部クリヤ谷附近について述べらる。貴船川とクリヤ川(雲ヶ棚川の支流)との間に標高489.6mの尖塔があり、この地区では、E-W1.2キロ、N-S0.8キロの間は硬砂岩より成る。この区域の東北は断層地帯であるが貴船断層によって断られておる。西南は断層と推定される夜泣断層によって限られ、西には南北に近きクリヤ断層がある。貴船方面にはチャート、輝緑凝灰岩、頁岩及び石灰岩の小露出がある。夜泣断層以南には頁岩、チャート、輝緑凝灰岩及び石灰岩の小露出があり、岩石の種類は、双方取ておる。夜泣断層に於いては花崗岩の互層と露出する。クリヤ断層以西は頁岩と砂岩の互層であるが、すてし距てれば輝緑凝灰岩も露出する。

クリヤ断層岩層は東南二ノ瀬、岩倉方面に延長し、大向斜を形成する。岩質はJISの規格に適合し、道路舗装用に利用される。次に京大土木教室岡田教授の試験結果を掲げる。

採取地		比重	吸水率%	磨損率%	備考
貴船川斜面	合格	2.64	0.26	10.80	合格
クリヤ断層斜面	合格	2.63	0.60	8.80	合格
平均	合格	2.64	0.43	9.80	合格

規格(JIS) | 2.5以上 3.0以下 35.0以下 | 備考、供試料20×10×10

やサイクロクロンなどでできる人工放射性元素に限る。天然に存在する約340種の核種(nuclides)のうち安定なもの273で、残りは放射性同位元素である。そしてこれらが気圏・水圏・岩圏において特異の分布状態を示している。人工放射性元素のように、これを利用して対象を自由に選ぶことはできないが、自然におけるトローサーとして地下構造や鉱床の探査に利用することができ、および実用に貢献している。人工RIが種々工業的方面に利用されるのと全く類似した場合も多く存在する。

第2表 天然に存在する放射性核種 (系列をなさないもの)

核種	壊変の型式	半減期年	同位体の相対量(%)
⁴⁰ K	β-(88.8), EC(11.2%)	1.2 × 10 ⁹	0.012
⁸⁷ Rb	β	6.2 × 10 ¹⁰	27.8
¹¹⁵ In	β	61 × 10 ¹⁴	95.8
¹³⁸ La	β, EC	~2 × 10 ¹¹	0.089
¹⁴⁴ Nd	α	~5 × 10 ¹⁵	23.9
¹⁴⁷ Sm	α	6.7 × 10 ¹¹	15.1
¹⁷⁶ Lu	β(33%), EC(67%)	2.4 × 10 ¹⁰	2.60
¹⁸⁷ Re	β	4 × 10 ¹⁰	62.9
¹⁹² Pt	α	10 ¹² (?)	0.012
¹¹⁴ C	β	5568	—

第3表 火成岩中の放射性元素およびそれらの放射性同位体の平均含量

元素	賦存量(瓦/ト)	賦存量(瓦/ト)
K	25900	40K
Rb	350	⁸⁷ Rb
In	0.11	¹¹⁵ In
La	18.3	¹³⁸ La
Nd	23.9	¹⁵⁰ Nd
Sm	6.47	¹⁴⁷ Sm
Lu	0.75	¹⁷⁶ Lu
Re	0.05	¹⁸⁷ Re
Th	11.5	²³² Th
U	4	²³⁴ U
		²³⁵ U
		²³⁸ U

第4表 岩石中のウラン・トリウム含有量

岩石の種類	U10 ⁻⁶ g/g	Th10 ⁻⁶ g/g	試料数
酸性岩	3.0 ± 0.3	13 ± 2	26
中性岩	1.4 ± 0.2	4.4 ± 1.2	6
塩基性岩	0.96 ± 0.11	3.9 ± 0.6	34
積成岩	1.2 ± 0.1	3.3 ± 0.7	7

第5表 Evans & Goodman (1941)

放射性元素の濃岩鉱物中への配分は、花崗岩に例をとると、黒雲母・白雲母・斜長石・正長石・石英の順に減少している。これら主成分鉱物よりも副成分鉱物に放射能の強いものが多い。ソルコン・セノタム・モナス石・榊石・コエリクソ石・サマルスキ石・スチス石・燧灰石・スフェン・マフネイトなどが放射能をもつてことがある。

第1表 質量数 A

S	質量数 A	壊変系列
0	4n	トリウム系列
1	4n+1	ネプツウム系列
2	4n+2	ウラン系列
3	4n+3	アクチンウム系列

天然に存在する放射性核種の大部分は壊変系列をなしている。質量数(A)は核内の陽子数(Z)と中性子数(N)との和で示されるが、原子番号(A)と等しい(81以上の元素において一般にA = 4n + S (但しn: 正の整数, S = 0, 1, 2, 3)の関係があり、Sの値に応じて異なる壊変系列が構成される(第1表)。このうちNeptunium Seriesの核種は天然には極めて微量より存在しない。

積成岩中のウランの由来は次の三つが考えられる。
 (1) 砕屑物中に最初から含まれたもの。
 (2) 堆積と同時に沈積したもの。
 (3) 堆積後に外部から染み込んできて沈積したもの。

主な放射能鉱物 uraninite・pitchblende・samar-skite・euxenite・brannerite・thorite・thorianiteなどは化学変化を受け易く、また磨滅し易いから、条件がよければ砂鉱となって見出されることがある。monazite・apatite・zircon・xenotime・sphen 等は結晶構造中のカルシウム・錒土元素などの原子と置換されたり形でもThが入っているが、これらの鉱物は風化した際に砂鉱として見出しは免れられる。脈状鉱床として産出する uraninite・pitchblende・torbernite・autunite (二次鉱物) などは風化しやすい。

一般に砕屑性積成岩はU含有率が低いから、粘土および頁岩ではやや高いものがある。水中からUの沈積が起るのは、有機物や硫化物が多くて存在酸素の欠乏した還元性の環境である。海成の燧石質の黒色頁岩中 Pre-Mesozoic のものは強い放射能を示す。

Antrim and Chattanooga shales, U.S. 0.01% U₃O₈
 the alum shale of Sweden max. 0.023% U₃O₈
 外来起源のウランの沈積は積成岩に限らない。ウランは熱水溶液や地下水または両者の混合液によって岩石の割れ目や孔隙に化学的に沈積するか、水分の蒸発によって析出する。深い還元性の所では、おもに uraninite ができ、浅い酸化帯では torbernite・autunite・carnotite 型の鉱物ができる。

岩石以外の海水・天然水・大気中の放射能については省略する。
 III. 放射能探査
 放射性元素の地殻構造物質中への上述のような配分から、これを利用して岩石・地層の放射能の分期、地質構造線(おもに断層)の追跡、放射能鉱物鉱床探査、一般鉱床探査などを行うことができ。

A. 地質調査への利用
 Landsberg, H. & M.R. Klepper (1940) は一連の地層を二ヶ所で横断してガイガー計数管でγ線を測定し、γ線強度変化の相似からその方法が地層の対比に役立つことを見出した。これが恐らく地質調査への利用の最初であろう。本格的の研究は E. N. Tirasoo (1950) が河南ウランの Aquitaine 産地で行った。その結果、放射能探査は地質図作成のよい補助手段であると言っている。実際、地質調査で困るのは断層の無いところであるが、質地土(残留土)は原岩石に特有なγ線強度を示すので、このような目的に有効である。

ウラン系元素からのγ線は普通の岩石で約1呎、土壌でも2呎程度を通過すると強度がもとの1/10になる。従って表土が他から運ばれて来た場合はその下の岩石を決めることは出来ない。併し地表で放射能的地質調査を行っておくことは後に述べる坑井内探査と比べて地下構造探査への利用

表土層下に潜在する断層の位置決定は従来最もよく試みられ、我國でも新潟・山形・秋田の各県の油田で地下構造探査への利用
 B. 地下構造探査への利用
 較することにより地質構造推定に非常に役立つ。

地質調査を行っておくことは後に述べる坑井内探査と比べて地下構造探査への利用
 岩石を決めることは出来ない。併し地表で放射能的地質調査を行っておくことは後に述べる坑井内探査と比べて地下構造探査への利用

地質調査を行っておくことは後に述べる坑井内探査と比べて地下構造探査への利用
 岩石を決めることは出来ない。併し地表で放射能的地質調査を行っておくことは後に述べる坑井内探査と比べて地下構造探査への利用

放射能探査は、その他水源地・ダムの手定地などの調査や温泉・脈の探査などにも使用されている。断層の推定はウラン探査と共に放射能探査の本命であるから少し詳しく説明する。断層附近は一般に岩石が割れて、大小の亀裂が存在し、ガスや水に対する透過率が大きくなっている。断層などの無いところでも、一般に地中ガスが地表に向かって漏洩しているから、断層や亀裂があればそこがガスや水の通路になりやすい。

したがって他の地中ガスと共にウランも容易に上昇したから、基盤の表面に達すると、そこからは表土層中に拡散する。この拡散の量は表土層が一定の厚さの場合、断層の地下における露頭の直上に極大が来る筈である。ウランの代りにウラン塩やウラン塩を含む水が断層面を上昇して来て表土層中に出ると、断層の変化のためその附近に沈積すると考えられ、この場合も同様の放射能分布が生じると期待される。

探査は予想される断層の走向になるべく垂直と思われる方向に測線を設定し、表土層の深さに応じて測点の間隔を5〜30mにして、測定深度を一定にして次に示すいずれかの方法によって放射能の分布を測定し、radioactive profile を作る。この放射能断面曲線に現われたピークの位置は潜在断層の地下の露頭の真上になる。勿論誤差が大きいとピークの位置はずれ

る。
 主な測定方法は次の5種である。
 (1) フロツ法: 一定の深さ(1〜2m)から地中空気を適当の方法でとり出し、放射計によってそのウラン濃度を測定する。

(2) 地孔距離測定法: 地中に穿った孔(φ10〜15cm, 深さ1m)を電機機として中心に吊した電極を電位計につないで、地孔からの放射線および穴の中の空気中のフロツによる電離を測定する。

(3) 乾板法: 前者の穴の中にα線用乾板を入れ、適当な時間、孔中の空気を曝露させ、乾板に印された単位の時間・時間についてのα線の飛跡数を顕微鏡によって求める。

(4) ガイガー・カウンタ法: γ線計数管を使用する。地表でもよいがなるべく地孔に挿入して計数を行う。最近ではウチレッシュ・カウンタが用いられる。土壌試料法: 地表下一定深度(例えば50cm)から土壌を採取して、風乾後一定粒度以下に粉砕し、試料から直接発する放射線による電離をローリツェン式電器で測定する。

非放射能鉱床の放射能の探査の理論は未だ確立されておらず、それにも拘らず経験的に鉱床と放射性元素の分布との間に関係があることが知られて来たので、次第に一般鉱床の探査に放射能の方法が利用されるようになって来た。

(1) 油田探査
 石油鉱床に適用されることは最も多いが、これは前述の断層の位置決定と坑井探査(Well-log)が主である。アメリカは勿論わが国でも概査も行われている。(後)が行われ、地表探査も行われている。

石油鉱床から炭化水素のある種のが地表に向かって漏洩しつつあるという痕跡から、これに伴われて放射能元素のために地表および大気中の放射能が大き

を犠牲にするだけで目的は達せられる。

(2) 坑井にケーシングが入れてあつても、少し感度

が低い間隙探査も相補つて生じるものである。と

(1) 通常異常は他の積成岩より放射能が強いので、

γ線検出の特徵 —

もあつて、

法 (比抵抗法および自然電位法) と比較して行つて

子検出とがあり、しばしば併用される。また他の検出

C を使つてγ線検出と Neutron counter を使つて

クラフ探査や金属探査にも使う傾向がある。G、

この方法は主に石油井で利用されているが、最近ほ

放射能探査

の意以外を置くこともある。

を決定するのが目的である。船のソールを用いて計

算頭や坑内などで詳しく放射能の強弱の位置や幅間な

ることも必要である。Spot examination は一つの

放射能曲線図をつくる。岩石の種類、地形など記録す

Scintillation Probe はなるべく高く設置して遠方ま

で効果が得られるようにする。指示器には時係数の小

つかしい。(b)は同じ装置をソールなどに載せて行

なとを減せ、時速150科、高さ30〜150m (日本では200

(a)は通常小型の飛行機でS.C. および指示器や電源

(c) 局部の検査 (Spot examination)

(b) 局地の精査 (Detailed local survey)

(a) 広域探査 (Areal reconnaissance)

(2) 探査法

約1%、S.C. では約100倍の感度を有すると書われ

る。普通G.C. で検知されるγ線は、入射するγ線の

るが、細かい測定にはβ線用GM管を使うこともあ

ner とが主に用いられている。いずれもγ線用であ

称する携帯用 Geiger counter と Scintillation co-

(1) 器械：野外用にはいわゆる Survey meter と

クラフ探査

来た。

鉱床の内外的放射能分布について多少明かになつて

両者が行動を共にした場合もあるであろう。最近金属

中のいずれかかの元素と放射性元素との緩和力によつて

混入した鉱床も多い。更に金属元素もしくはスカン

考えるのが正しい場合もある。また断層または亀裂に

Ore-bearing solution は本来放射性元素を多く含ん

断層の場合と同様の理由が考えられるが、ある種の

鉱床附近は一般に地層が擾乱を受けているので、

(2) 金属探査

大気に放射性性を与える。このRaから生じたRnは地表へ拡散し、

積させる。このRaから生じたRnは地表へ拡散し、

の多い橋梁水のため硫化物から硫酸塩ができてRaを沈

水平方向に拡がり、油層の端附近で地表から来た硫酸

らRaを溶かし出し/昇して、油層につき当つて

Raを溶かし出し、かような水が運路にあたる地層が

るので、その還元性のため硫酸塩を含まず、従つて

C1に富んで油田鹹水は少量の炭化水素を溶解してい

なつているという説と、もう少し異つた考え方は、

る。Goldは地球表面での質量の再配分が慣性主軸を

か深い相間関係をも相補つて生じるものである。と

これらの大規模移動と極移動の両説は、今やその量的説明

て論議され、その間には大きな抵抗をも受けて来た。

かくして、Keppen, Wegener以来長期間にわたつ

した事を見出したものである。

大陸が Eurasia 大陸に対して時計廻りに約15°程移動

更に Pre-Cambrian から Trias にかけて America

遷に徙つて植し、変化したり、地球の磁極が地質時代の変

磁気を比較する事により、地球の磁極が地質時代の変

America 大陸と英国本島に於て採集した岩石の残留

land の子午線上での北上を求めたものであり、後者は

basalt の残留磁気測定から、いわゆる Gondwana-

的明瞭な証明をあげる事が出来る。前者は Decan

Runcom 等による地球自転軸の移動説に対する比較

大規模移動の定量的な度づけ、及び Durham 大学の

London 大学の Blackett を中心とする人々による

英国に於ける岩石磁気学の最近の研究として、

11 川井 直人 (京大)

(34年9月26日例会講演)

環太平洋造山運動

岩石磁気より推定される

、砂岩・石灰岩では高々記録される。

と検知器との位置を調節してある。従つて頁岩部は低

てへの傾斜がγ線強度と逆になるように、中性子源

ではγ線が多くなる。Neutron log では記録紙の上

多い部分、すなわち孔率の大きい層分や頁岩の部分

単に二重水素核が起る [H(m, n) → D] ので水の

reaction] である。これによつて水素原子があると簡

わゆる radiative neutron-capture process (n, γ)

余剰のエネルギーは直ちにγ線として放射される。い

落ちた中性子は原子核に捉えられるが、その結果核内

性衝突および非弾性衝突をして速度が落ちる。速度が

度の中中性子が岩石にあたる時、岩石中の原子の核と弾

中性子源 (Ra + Be) または Po + Be) から発する高速

中性子検出の理論 —

地質的対比が可能である。

(5) γ線検出と比較すればかなり広い地域に亘つて

水の接触面の位置を決められることがある。

含有量は相当な相違があつて、ガスと石油、ガスと

(4) ガス帯と石油帯または水の部分としては、水素元

(3) ケーシングのある坑井でも有効。

の無い部分の地層の平均孔率を求められる。

(2) 適当に検定しておけば、粘土・頁岩・石油など

なるので、水やガス・石油を含む地層の位置を決定で

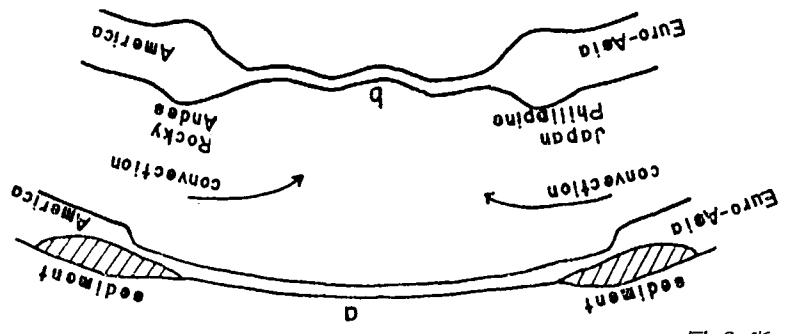
(1) 地層中の水素元素の多少を間接的に測ると、

中性子検出の特徴 —

実な深度が求められる。

(3) ケーシングの線手の位置がわかり、記録上に難

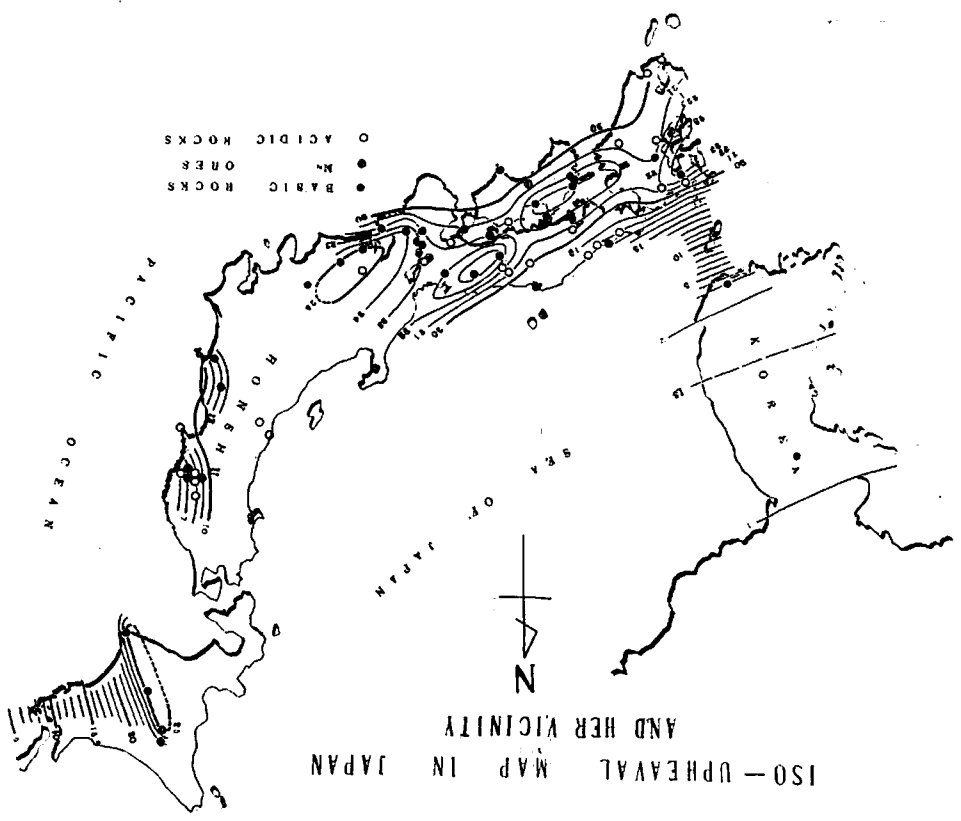
そこで Bouguer Anomaly を二次元、二層問題として 坪井の Fourter Analysis に従って地下のくり込み の分層を計算した結果、第 四図を得た。
 南北 America に於ける 造山運動は、日本に於ける 造山運動の時期と程遠くな い時期に起ったものである う。従つてこの種の造山運 動は日本のみならず太平洋 を取りまくあらゆる地方に 起つた一環の問題と考えら



第 3 図

もので、従来から松山、熊谷、坪井等によつて述べら れて来た isostatic な補償を主とする議論の以前に備 けて、この造山作用にあつた応力が、太平洋底の 圧縮による力から生じたものである事が理解出来る。 尚 isostasy の立場からは、補償される可き excess mass は、現在の山の mass とされているが、我々の 測定結果は、現在の山地形が、original な山の (そ の後生じた極端な侵蝕によつて、殆んど削り去られて しまった) 残余物であることを示している。従つて、筆 者はここに、所謂 isostasy なるものは、その補償機 構が侵蝕による山の低下に、直ちに追隨するものでな ければ無意義である事を強調し度い。

事及びこの様な造山運動が大西洋の周りには見られな い事は、以前から知られて来た事実であるが、今この 事実を再び英国及び我々岩石圈グループの活動と併 せ考へる事は興味深い。造山帯の太平洋側の偏在を、 Runcom 等の結果から、太平洋圧縮による大陸周辺 水成岩の squeezing であると考えれば、山脈の分布や 特殊性をかなり明にする事が出来る (第三図参照)。更 に、日本に於ける重力の Bouguer 異常 (坪井) を調 へると、我々の求めた日本の地盤上昇度中極大を示す 場所、負の重力異常の極値が見出される。これは上 記の水成岩の squeezing が地表上への隆上りのみならず、 超塩基性岩帯中への深いくり込みを暗示する



第 2 図

会計報告

昭和33年度会計決算

収入の部:	前年度繰越金	15,076円
	納入会費	15,950
	本部よりの補助金	9,050
	計	40,076円
支出の部:	支那報No.37, No.38印刷代	23,300円
	総会例会等通知状印刷費	1,400
	通信郵送費	3,241
	封筒代	100
	交通費(阪神部会幹事)	250
	次年度繰越金	11,785
	計	40,076円

昭和34年度予算(案)

収入の部:	前年度繰越金	11,785円
	納入会費	16,500
	本部よりの補助金	9,050
	計	37,335円
支出の部:	支那報印刷代	23,000円
	通知状印刷代	1,500
	通信費	3,200
	部会補助金	6,000
	特別講師謝礼金	1,000
	交通費	750
	諸雑費	300
	予備費	1,585
	計	37,335円

- 北陸部会例会 10月31日 於富山大学教育学部地学教室
 1. 神通川に於ける段丘地質と火山活動について
 深井三郎(富山大)
 2. 北陸東部の新第三紀地史に関する 1 紙論
 船野義夫(金沢大), 石田志朗(京大), 坂本亨(地
 神通川流域の地質見学
 熊谷直一(ニールト重力測定後秋米視察 6 月中
 旬帰国)

- 上田 雄夫 米國イリノイ大学にて、1年間の研究
 を終え9月12日帰国。
 伊藤 貞市 スミスに於ける国際動物学会に出席さ
 れ10月5日帰国。
 横山 次郎 10月16日 京大教授停年退官、京大名
 譽教授になられた。
 行事予定
 関西支部例会 (横山・春本両教授退官記念) 11月
 22日 午前10時一午後4時 於京都大学基礎物理学研
 究所(湯川記念館大講堂) (理学部植物園内、市電農
 学部電停下車)
 なお同日午後5時より両教授の晩餐会開催の予定。