

# 地質分野2009年秋の話題「オーストラリアのウラン鉱床や ベーリンギアなど」-英文ニュース誌から拾う-

高橋裕平<sup>1)</sup>

## 1. まえがき

地質学で今どんなことが話題となっているのか、あるいは社会が何を地質学に求めているかの情報源となるよう、諸外国の英文ニュース誌の話題を2006年春から定期的に紹介している。今回は主に2009年秋(8-10月)に入手した英文ニュース誌や連絡誌の解説について紹介する。

今回紹介した文献は、全てウェブ上から得ることができるので、詳細を知りたい方のため、ウェブアドレスを記した。

## 2. AusGeo News

(<http://www.ga.gov.au/ausgeonews/download.jsp>)

同誌はジオサイエンスオーストラリアのニュース誌で、年4回発行される。内容はもっぱらジオサイエンスオーストラリアの活動や成果物紹介である。今回はウランの新たな見方とウラン鉱床の絞り込みに関する話題を紹介する。

オーストラリアのウランについて新たな視座 (Roger G. Skirrow; New views of Australia's uranium mineral systems. Recent releases will assist uranium explorers in area selection. AUSGEO News, issue 95, Sept 2009.)

ジオサイエンスオーストラリアは陸域エネルギー確保プログラムから、石油、ウラン、トリウム、地熱など陸域エネルギー資源探査への投資を促進するためのデータを配信している。このプログラムの一環で、ジオサイエンスオーストラリアはウラン探査のために二つの報告と一連の地図を公開した。

## ウラン鉱物システム

オーストラリアは世界でもっとも多く稼行可能なウラン鉱床を有しており、ウラン開発は国の重要な産業である。そこで実際の探査の指針となるようなウラン鉱物ポテンシャルの概念の枠組みを与える報告 (Geoscience Australia Record 2009/20) が出版された。これは、ウランの鉱化作用がどこで、どのようにして起こったかを、地質と地球化学的プロセスの観点でまとめたものである。

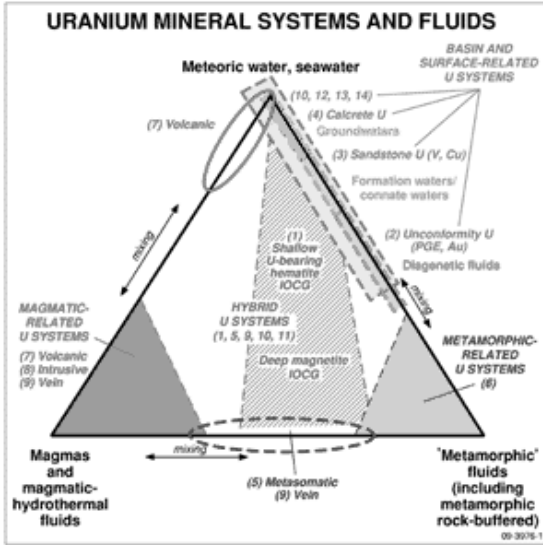
ここではウラン鉱物資源の系を流体3種類に基づきタイプ分けを行った。すなわち、マグマに関連したもの、変成作用に関連したもの、盆地・地表での現象に関連したものを典型としたもので、これらはそれぞれ異なった地殻流体 (マグマ-熱水, 変成流体, 雨・海水のような表層流体) に関係している (第1図)。

この分類は従来のウラン鉱床分類を包含するもので、例えば、盆地関連タイプには、従来の砂岩型鉱床が含まれる (第2図)。鉱床のあるものは、典型的なタイプの中間的な性格を有する。オリンピックダム鉄酸化物・銅・金・ウラン (iron oxide-copper-gold-uranium, IOCGU) 鉱床は、深部起源流体 (マグマ-熱水または変成岩と反応した流体) と表層由来の流体を含む。後者の表層由来流体は、多分珪長質火成岩からこされた (リーチング) ウランであろう。

ウラン鉱物資源ポテンシャルを探るため、上記の系と経験的なデータを組み合わせた。その成果の一つが500万分の1縮尺のオーストラリアの火成岩のウラン含有量の図面である (Geoscience Australia Record 2009/17)。図面にはジオサイエンスオーストラリアのOZCHEMデータベースから編集した全岩化学分析値ならびに補足として州などの地球科学機関のデータが利用されている。まず、地図の一つでは、ジオサイエンスオーストラリアの新しい100万分の1地質図上の

1) 産総研 地質調査情報センター

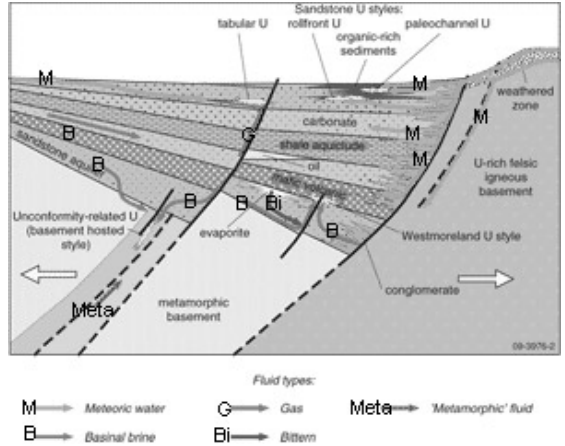
キーワード: ウラン, 津波堆積物, ベルー, 水銀, 月, ベーリンギア



第1図 ウラン鉱化作用システム。Skirrow (2009) のFigure 1。鉱床(数字で記されている)は、三角形の3つの端成分の混成したシステムとなる。端成分は、盆地・地表に関連した水や海水(三角形の上)、マグマやマグマ性の熱水流体(三角形の左)、変成作用に関連した流体(三角形の右)である。ウラン鉱床の分類はIAEA Red Bookによる。数字はオーストラリアの鉱床について経済的に重要な順である。(1) 鉄酸化物-銅-金-ウラン鉱床 (Iron oxide-copper-gold-uranium (IOCGU) deposits)の角礫岩;(2) 不整合;(3) 砂岩;(4) 表層;(5) 交代作用;(6) 変成作用;(7) 火山;(8) 貫入;(9) 脈;(10) 石英-礫岩;(11) 陥没性角礫岩パイプ;(12) リン酸塩岩;(13) 褐炭;(14) 黒色頁岩。ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可済み。

火成岩のポリゴンにウラン含有量を示した。別の地図には表層の平均ウラン含量を示している。それはポリゴン内の個々の地点の分析値から計算されたものである。さらに、手法は同様であるが、基盤地質ポリゴンのウラン含量を示した地図も用意した。これは表層の堆積物やレゴリスの下の大陸基盤を調べる際に有効なものと期待されている。

このオーストラリアの火成岩のウラン含量の図を用意することでわかるように、ジオサイエンスオーストラリアでは、マグマプロセスの過程でどのようにウランが濃集するかを理解を深めようとしている。一連のデータによると、オーストラリアでは火成岩にウランが多く含まれるにもかかわらず、マグマに関連した大規模



第2図 盆地関連のウラン鉱床系。Skirrow (2009) のFigure 2。原図はカラーであるため、流体のタイプには記号を加筆して識別できるようにした。ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可済み。  
 M → Meteoric water    G → Gas    Meta → 'Metamorphic' fluid  
 B → Basinal brine    Bi → Bittern

なウラン鉱床がまだ知られていない。一方、世界に目を向けると、大規模なウラン鉱床のいくつかはマグマ起源であり、その例としてナミビアのRossing 鉱床をあげることができる。そこでオーストラリアでもこの種の鉱床を積極的に探す機運が出てきている。その過程で、クイーンランド北部のウラン鉱床はマグマ関連の鉱化作用によるものという指摘が出ている。

### ウラン産地

ジオサイエンスオーストラリアのMINLOCのデータベースでは、ウランを含むオーストラリアの鉱物産地の基礎的な情報を有している。西オーストラリアや北部テリトリーのデータが加わり、300を超えるウラン産地のデータが最近刷新された。これらのデータが、ほかのデータ、例えば100万分の1地質図やオーストラリア放射能図などに重ね合わせることで、ウラン探査やジオサイエンスオーストラリアのウラン鉱床のポテンシャル評価の基礎情報となる。

### 盆地関連ウラン鉱床系

大規模なウラン鉱床のいくつかは、第三紀あるいは中生代の盆地の砂岩やほかの碎屑物ユニットに伴うもので、代表はカザフスタンの鉱床である。オーストラリアには、最近発見されたオーストラリア南部の

Four Mile 鉱床を含め、同種の鉱床があるが、大規模なものはまだ見つかっていない。そこでジオサイエンスオーストラリアでは、ウラン鉱床形成の鍵となる地質、地球化学、水文の諸要素からなる3D地図を作成して、鉱床の存在の可能性のある(高いポテンシャルの)堆積盆地について3Dモデルを作成している。地質構造や堆積岩と盆地の流体の酸化還元状態の空間的な変化を3Dで表現しようとしている。成果についてはジオサイエンスオーストラリアのウェブサイトでも定期的に公開する予定である。

以上で小論の紹介を終えるが、参考資料として高橋(2009)は上記で言及されている新しい100万分の1地質図を紹介している。加えて高橋(2008)ではカザフスタンのウラン鉱床モデルをオーストラリアでの探査に適用しようとするジオサイエンスオーストラリアの動きも紹介している。

**放射性元素図でウラン探査へ**(John Wilford, Lisa Worrall and Brian Minty; Radiometric Map of Australia provides new insights into uranium prospectivity. New map facilitates rapid assesment. AUS-GEO News, issue 95, Sep 2009.)

ウラン探査のため、オーストラリアの新しい放射性元素図として、カリウム、ウラン、トリウムを国土の約80%にわたり著した。その際利用した値は、最近のオーストラリアのエアボーン地球物理調査(Australia-Wide Airborne Geophysical Survey; AWAGS)の結果を用いてIAEA(International Atomic Energy Agency)のグローバルデータに適合するよう再計算して用いた。

小論では、岩石とレゴリスのウラン濃度を主に議論して、この放射性元素図をどのようにほかのデータと統合してウラン鉱床を絞り込んでいくか紹介する。

### 地表のウラン

エアボーンガンマ線スペクトロメーターは、地表からせいぜい深さ30cmから40cmで発する土壌や岩石中のカリウム、トリウム、ウランのガンマ線を測定する。カリウム量は、 $^{40}\text{K}$ が $^{40}\text{Ar}$ に壊変する際に発するガンマ線として直接測られる。ウランとトリウム量は、それぞれビスマス( $^{214}\text{Bi}$ )やタリウム( $^{208}\text{Tl}$ )に伴うガンマ線を測定することで間接的に求められる。

一般にウランは地殻ではわずかな量で、1~4ppmの濃度である。ウランは火成岩の分化が進むと増加

するので、苦鉄質岩や超苦鉄質岩よりも珉長質岩の方が高いウラン含有量となる。

ウランは主に $\text{U}^{4+}$ か $\text{U}^{6+}$ の形で存在する。 $\text{U}^{6+}$ は地表近くが酸化的環境のため $\text{UO}_2^{2+}$ (Uranyl)として産し、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ のアニオンと錯体を形成する。このようにして酸化条件下や酸性地下水でウランの溶解度は増す。還元条件では $\text{U}^{4+}$ となり、非溶解性の鉱物に含まれる。

熱水系に伴う風化と変質では、ウランが濃集する。一方、トリウムは地表で $4+$ でその挙動は酸化還元条件が変化しても変わらない。すなわち、トリウムはウランやカリウムと異なり、風化変質プロセスの影響がない。そこで、K/Th比やU/Th比が鉱化作用の指標となる。

### 二次ウラン鉱床探査

ウランのバックグランド値は鉱化作用や二次富化を見つげ出すためにあらかじめ必要である。バックグランド値は、新しい放射性元素図と、100万分の1地質図からのウランのデータを用いた。バックグランド値は、結晶質岩、堆積岩、未固結のレゴリスに分けて計算された値、あるいは地質ユニットごとに計算された値が使われた。そのバックグランドよりも高い値を示す地域をMt. Isaの南を例に検討した。それにより $\text{U}^2/\text{Th}$ 比はウラン鉱化作用を明らかにするために有効であることがわかった。実際、オーストラリアの多くのウラン鉱床ではこの比が高くなっている。

### 測定の限界

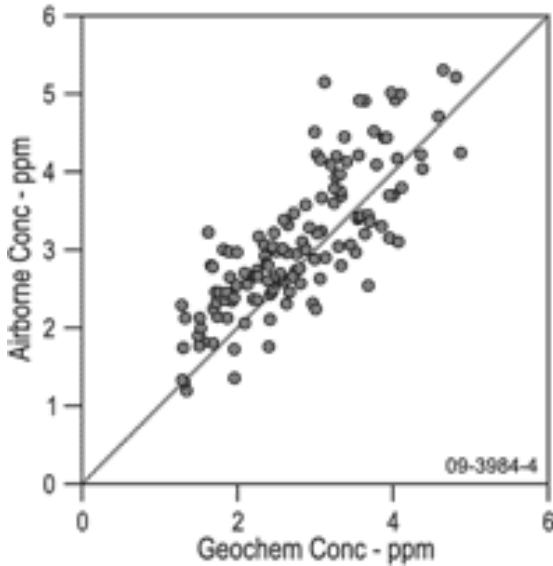
エアボーンスペクトロメーターでは、40cmの深さまで測定できるが、それよりも深いウラン鉱化作用は検出できない。また、この測定では $^{238}\text{U}$ 壊変の平衡が成り立っていることを仮定している。 $^{214}\text{Bi}$ が富化あるいは除去しているところでは非平衡で、そこではウランの見積もりに過不足が生じる。そこで土壌や岩石の実際の化学分析結果とエアボーンによる放射性元素についての関係を求め(第3図)、それにより非平衡の場合や手法の精度の参考とすることができる。

### データの開示

以上の情報は、空間情報とともにジオサイエンスオーストラリアのウェブサイトの“Uranium Prospector”から得られるようになる。そこには、既存のウラン鉱床、鉱床地、岩石単位のウラン濃度や比、 $\text{U}^2/\text{Th}$ 比イメージなどが掲載予定である。

### 関連ウェブサイト

オーストラリアの放射性元素図



第3図 土壌のウラン化学分析値とエアボーンウラン測定値の関係。Wilford *et al.* (2009) の Figure 3。ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可済み。

[www.ga.gov.au/minerals/research/national/radiometric/index.jsp](http://www.ga.gov.au/minerals/research/national/radiometric/index.jsp)

### 3. Earth

(<http://www.earthmagazine.org/>)

Earthはアメリカ地質協会(American Geological Institute; AGI)の新しいニュース誌である。地球に関わる課題を幅広く扱うため、これまでGeotimesとして親しまれてきた雑誌を2008年9月に刷新したものである。月刊の冊子とニュースをウェブで公開している。冊子版の閲覧は有料であるが、以下に紹介するのは無料のウェブ版のニュースである。

**巨大な砂丘は津波堆積物ではない? (Carolyn Gramling; Giant dunes, not mega-tsunami deposits? EARTH, 05 Aug 2009.)**

4年ほど前、ある研究グループがマダガスカル南部の海岸沿いの巨大でくさび状の砂質堆積物を過去1万年前の小惑星突入による巨大津波の証拠であると発表した。彼らはこのような衝突やそれに伴う津波はかなりの頻度で起きただろうと推定した。このような証拠を求め、完新世インパクトワーキンググループを結成し、2006年までにグーグルアースを使いアフリカ、

オーストラリア、米国で多くのくさび状堆積物(シェブロン, chevron)を発見した。

これに対して、ワシントン大学の堆積学研究者 Joanne Bourgeoisは、このような堆積物が巨大津波の証拠であるということについて疑問を投げかけている。現在、彼女とテキサスA&M大学のRobert Weissは、これらの堆積物が巨大津波によるものではなく、風により形成されると主張している。

主要な指摘は、海岸線に対しての堆積物の角度である。Bourgeoisによると、津波が海岸に向かうと波は海岸に平行になっていく。ところがマダガスカルの砂丘は海岸に急角度で形成されている。地形に左右されないのは、風成の堆積物の特徴だと述べている。同様に、南イリノイ大学のNicholas PinterとScott Ishmanは2008年の論説で、堆積物は卓越する風の方向に平行になることを指摘している。

さらにBourgeoisとWeissはマダガスカルのシェブロンとオーストラリアのシェブロンに注目し、詳細な検討を行った。仮に海洋に小惑星が突入すると波は同心円状に広がり、そして浅海に到達すると海底で屈折する。シェブロンを形成するような十分な堆積物を伴った波は海岸に平行となると予想される。ところが、シェブロンの実際の方向は一致しない。そこで堆積物の移動は、メガ津波ではなく別の原因を考えなくてはならない。それはさざなみや砂丘の形成・発達である。

これらに対して、コロンビア大学の地球観測施設のDallas Abbottや完新世インパクトワーキンググループは、シェブロンが津波堆積物でないということに依然として納得していない。反論の一つとして、シェブロンには海成の微化石が含まれていて、風によってシェブロンが形成されたとなると説明ができないことをあげている。

カナダ天然資源社のPeter Bobrowskyは、上記の議論のどちらのグループにも属さないが、彼によれば、メガ津波の考えは興味深く興奮する課題であるが、しかしながら納得する証拠に欠け、それはまだアイデアの段階であるとしている。

上記の議論が極端になると、過度の反論が過度の証拠を求めようとする。津波理論を前向きに進めるため、さしあたり研究者は衝突の証拠を衝合に特定する必要があるかもしれない。そのような方向性で、すでに完新世インパクトワーキンググループが研究を続けている。

ペルーの鉱山の遺産 (Mary Caperton Morton; The long legacy of Peru's "Mine of Death". EARTH, 2009/08/20.)

ペルーにある Huancavelica 鉱山<sup>しんしや</sup>の辰砂が災いとなっていることが、何百年前のインカ時代にすでに知られていた。インカでは、その鉱山を死の鉱山と呼んでいた。今回、新たな研究から3,500年にわたる辰砂鉱山の水銀汚染の歴史が明らかとなった。

Huancavelica 鉱山はリマの南東450kmに位置し、そこはスペインがペルーの鉱山を支配するようになったAD1564年から世界でもっとも豊富な水銀産地の一つとして知られるようになった。それ以来、1974年に生産減少により閉山するまで、その地域の辰砂から水銀36,000トンが産出された。しかしながら、植民地となる以前の生産活動についてはほとんど知られていなかった。

カナダ、エドモントンのアルバータ大学の環境地質学者、Colin Cookeは、歴史的水銀汚染の程度をモニターするため、Huancavelica 鉱山近くの二つの湖と数百km離れた1ヶ所から堆積物のコアを調べた。

湖近くのコアからはBC1400年前から鉱業による水銀汚染があった証拠が認められる。当時は液体水銀としてではなく赤い水銀硫化物である辰砂を赤い塗料として体に塗るなどして儀式に使ったらしいと、Cookeは述べている。

コアの記録によると、Huancavelicaの辰砂鉱業は細々と続き、水銀濃度レベルは、辰砂未採掘地に比べ、3から5倍であった。その後のAD1450年にインカ帝国が勃興して未開発地に比べて30倍となった。Huancavelicaの東225kmのNegrilla湖からの堆積物には水銀汚染の最初の記録が読み取れ、インカ帝国勃興時に水銀精錬法が行われるようになったと推定できる。

インカの前の時代には、鉱石をすりつぶし染料に使う程度だったが、インカの時代に移ってから鉱石を熱し水銀蒸気を発生させるようになった。そのため広い範囲に水銀が拡散した。今日まで考古学的証拠ではインカで液体水銀を利用した直接の証拠はないが、Cookeによれば、恐らく金や銀の物質を磨くのに液体水銀を用いていただろうと推定できる。

ユタ州のBrigham Young大学の歴史学者、Kendall Brownは、上記の報告はインカが辰砂を精製していた最初の証拠としている。つまり、水銀汚染は

これまで考えていたよりはるかに昔までさかのぼるのである。しかしながら、Brownによれば、それでもその汚染はスペインの進出前にはたいした問題ではなかった。スペインが進出してからは、ペルーやポリビアの至る所で銀の抽出に水銀を使うようになったため、南アメリカに水銀汚染が広がった。

Cookeによると、1970年代に鉱山が閉山する直前、水銀レベルは、バックグランドの105倍に達した。今日でも、小規模鉱山が少量の水銀を採掘していて、鉱山開発前のバックグランドの5倍の水銀汚染レベルである。Brownによると、Huancavelicaの40,000人の住民における水銀汚染の影響は、今日まで系統的に調べられていない。しかし、死産が非常に多いたく、鉱山の影響は次世代にまで続いている。

月の氷 (Carolyn Gramling; Mars' ice is pure, not dirty. EARTH, 25 Sep 2009.)

月に水があるという兆候は従来から知られていた。そして多分過去にはもっと多くの水が存在していたとも考えられている。また、月では隕石がたびたび衝突して、そのため地表がえぐられて、地表下は氷と土壌が半々の混合物、つまり汚れた氷として水が存在しているらしいとされてきた。

最近、月探査機Phoenixによりきれいな水が発見されたが、特殊な例であると一般には考えられている。これに対してきれいな(混ざり物がない)氷は月の地下ではもっと普通のことかもしれないとして見直す動きがある。NASAの月探査衛星(Mars Reconnaissance Orbiter, 以下略してMRO)チームは、雑誌サイエンスの中で、チームの新しいデータから地表下1-2mには月全体の半分、すなわち、極から中緯度にかけてきれいな水の層が広がっていると報告した。

彼らは高解像度のある種のカメラ(MRO's high-resolution, greyscale Context Camera)を用いて2008年に月に衝突した隕石による最新の5つのインパクトクレーターを解析対象とした。その衝突では期待通り地下の水が露出していた。

地表では氷は不安定で水蒸気になってしまう。このため、地表に露出して速やかに解析する必要がある。氷から水蒸気になる昇華の速さは氷がきれいなものであることを示した。さらに、チームの特殊な解析装置(MRO's Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars, 略してCRISM)を用いてきれいな

氷(水)であることを確証した。5ヶ所から得た解析結果から、きれいな水の層は広く分布していて、それを総計するとグリーンランドの氷床に匹敵する体積となる。

MRO高解像度解析チームのShane Byrneによると、このような氷の存在から過去はもっと湿った気候であったと結論できるらしい。1万年前には今日の倍の水が月にあったのかもしれない。しかし、過去が今よりも湿った大気であったとしても、月表面に液体の水が存在するには至らず、生命を育むに至らなかったとByrneは述べている。

#### 4. GSA Today

(<http://www.geosociety.org/pubs/gsatoday/>)

GSA Todayは、アメリカ地質学会(Geological Society of America)の定期刊行物の一つである。情報交換など学会のニュース誌としての役割がある。また、毎回時宜を得た論説が1編載っている。

クロンダイク砂金地帯とベーリングアの更新世の環境 (Duane G. Froese, Grant D. Zazula, John A. Westgate, Shari J. Preece, Paul T. Sanborn, Alberto V. Reyes and Nicholas J.G. Pearce; The Klondike goldfields and Pleistocene environments of Beringia. GSA Today, v.19, no.8, p.4-10. August 2009.)

#### 序

ベーリング海峡周辺の北極やその周辺地域の植物分布を説明するために、スウェーデンの生物地理学者Eric Hultenはベーリングア(Beringia)の概念を導入した。Hultenは、もともとは、海水準が下がって東アジアと北アメリカがつながっていたときに陸域として現れていた大陸棚地域にベーリングアを考えた。今やそれはシベリアのKolyma川からカナダのユーコン(Yukon)にまで広がる地域となり、そこにクロンダイク(Klondike)地域が含まれる。

ベーリングアの永久凍土には、哺乳類、植物、DNAなどの過去の環境のアーカイブが残っている。また、この過去を探る上で層序学的に広範囲に分布する火山灰層やテフラ層が役立っている。テフラの際立った地球化学的性質に基づき、各地の対比が可能となっている。

Hultenの時代から多くの研究があり、ベーリングアは進化センターとして、あるいはアジアと北アメリカ間での動物の往来のクロスロードとしての役割を果たしてきた。これまでフェアバンクス漂砂鉱床地域の露出情報から過去の生態が主に論じられてきた。クロンダイク地域にはこれまで関心が払われてこなかったが、小論ではクロンダイク地域のテフラクロノロジーと古環境解析からベーリングアの後期更新世の環境の新たな解釈を行う。

#### 地域概要

ユーコンとアラスカ内部は、カナダ西部やアラスカ南部の山脈が降雨をさえぎるため大陸性気候を呈する。この乾燥状況は、鮮新世までに概ね達成されていた。また両地域は、寒さのため氷床を維持できるが、あまりに乾燥しているため氷河は拡大しない。クロンダイク地域はコルディエラ氷床が最近最大であった際の氷床端から150km以内の非氷河地域の東に位置する。

1896年にクロンダイクで砂金の発見と引き続くゴールドラッシュがあったため、クロンダイク砂金地帯の地表がはがされ、更新世の化石が豊富に産出するようになった。その一方、ゴールドラッシュ以前からもカナダ地質調査所のG.M.DawsonやR.G.McConnellがその地域で化石を採集していた。1900年代初めにはパリの自然史博物館、米国生物調査所や自然史博物館は研究者を派遣して、氷河期の化石採集に努めた。これらの古生物研究者のうち、もっとも顕著なのはC.R.Harringtonで、1960年代から1990年代にかけ、カナダ自然博物館のために多くの脊椎動物化石を採集した。

砂金鉱床は、King Solomon Domeで総量1,500万ozの金がすでに採取され、現在でも毎年5万oz以上が採取されている。

#### テフラ層序

この地域では広域的なテフラが後期新生代の堆積記録や古環境記録の解釈に有効である。ガラスの形態、鉱物量、テフラの化学組成が、供給源推定に役立っている。アリューシャンやアラスカ半島からのテフラは、タイプI層と呼ばれるが、それは結晶が少なく、主に発泡したガラス片からなり、輝石が多く、化学的にはEu負異常が認められる。タイプII層はWrangell火山地域(Hayes火山)に由来するもので、豊富な結晶やガラスからなり、それらは膨張した軽石を構成す

るものである。さらに普通角閃石が豊富に含まれる。化学的にはREEプロファイルが急傾斜でEu異常は緩やかである。

タイプ I 層の後期更新世 Dawson テフラはもっともよく観察されるもので、20ヶ所以上で確認されている。厚さ30-80cmで黒色土 (muck) 中に産する。植物微化石は25,300 <sup>14</sup>C B.P.年、カレンダーに直せば約30,000 B.P.年である。ほかに Old Crow テフラ (131±11ka)、Sheep Creek-C テフラ (約90ka)、Sheep Creek-K テフラ (約80ka) などが対比に有効なテフラである。

#### 黒色土 (Muck) : ベーリングア氷河時代のフリーザー

クロンダイクの黒色土はベーリングアを覆うシルトの一部である。永久凍土と一緒に黄土 (再堆積性のもを含む) と考えられている。それには70万年以上にわたって更新世の有機物が永久凍土に保存されている。

#### 第四紀哺乳類化石

クロンダイクは北アメリカの後期更新世哺乳類化石多産地の一つである。クロンダイク動物群は、ステップバイソン、多毛マンモス、ユーコン馬のベーリングアビック3が特徴である。さらに西型ラクダ、アメリカマストドン、アメリカライオン、小さな顔の熊、じゃこう牛も含まれる。

#### 古環境アーカイブ

ベーリングアの陸上環境については、この何十年間、第四紀古環境研究者の研究対象である。最近のクロンダイクの古環境研究では、北極リスの生活跡 (巢、餌、穴) の解析が注目されている。そこから得られた植物化石は草原、スゲ、サルビアなどが卓越している。これらは、更新世寒冷期のクロンダイクの黄土土壤に茂る草原やステップツンドラを構成していた。

#### 結論

以上のように、さまざまな記録によると過去の低温のステップツンドラと現代の北極地域の環境の違いから更新世間氷期の豊かな動物群を説明できるようなものである。

## 5. あとがき

Skirrow (2009) や Wilford ほか (2009) が示したオーストラリアにおける最近のウラン鉱床探査へのジオサイエンスオーストラリアの取り組みを紹介した。わが

国内であらためてウラン鉱床探査が実施されることは当面はないだろうが、鉱床の分類や地域の絞り込みなどの例は海外の調査で参考になるであろう。ジオサイエンスオーストラリアでは、シームレス地質図とリンクしているデータベースからバックグラウンド値を求め、そのずれで鉱兆地を探し、探鉱の初期の資料として提供して、公的機関としての役割を果たしている。シームレス地質図が、単に地質図のデジタル編集だけでなく、ポリゴンなり点に多くのデータを持たせるシステムとなっている。これはウラン鉱床に限らず、地盤情報や地質汚染の実態把握などに使えるわけで、日本でも国内の地質情報を一元的に管理してデジタル化してそれを基幹となるデジタル地質図 (シームレス地質図など) と関連付けるなどしてもよいかもしれない。

長期の月面滞在には現地での水の確保が必要となる。このため、月の水が最近注目されている。小論中では Gramling (2009) による2008年の隕石衝突のクレーターを利用した月の水の解析を紹介した。この記事の後の新聞報道 (例えば朝日新聞2009年10月10日) では、衛星を月に衝突させて舞い上がる塵から水を分析しているとあった。隕石衝突を受身に待つのではなく、人工的に衛星を衝突させ塵を分析する研究へと進んでいるのだろう。

クロンダイクは砂金産地として著名だが、Froese ほか (2009) によると第四紀地質研究の拠点でもあるようだ。テフラの詳しい対比など、地道な地質学的研究が更新世の変化をとらえている。今後予想される地球温暖化により北極海沿岸でどのような変化が起こるかということに貢献するのかもしれない。

謝辞: ジオサイエンスオーストラリアからは図の転載を許可していただいた。ここに感謝します。

#### 文 献

- 高橋裕平 (2008) : 地質分野2008夏の話、鉱物資源情報-英文ニュース誌から拾う-。地質ニュース、652、64-71。  
高橋裕平 (2009) : 地質分野2009春の話「ロンドンの地下地質ならびにオーストラリアの鉱物資源探査事業など」-英文ニュース誌から拾う-。地質ニュース、661、52-59。

TAKAHASHI Yuhei (2010) : Some topics in English geological newsmagazines in autumn, 2009, with special reference to uranium mineral in Australia and Beringia.

<受付: 2009年11月13日>