

## 最近のウラン探鉱・開発動向（パート1；カナダ）

2006.11.14

日本原子力研究開発機構

戦略調査室 小林孝男

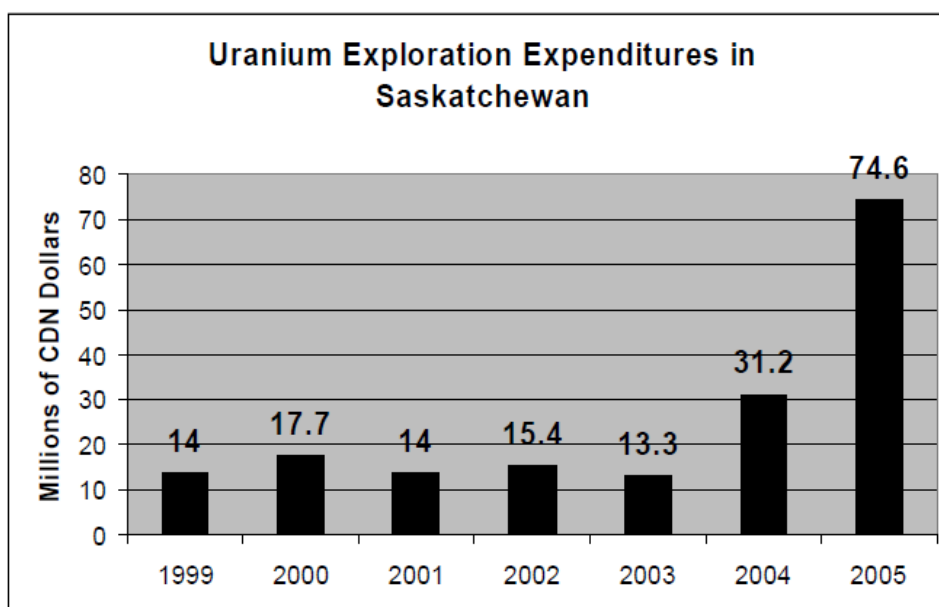
最近の世界のウラン資源開発に関わる動向には目覚ましいものがある。メジャー企業や国営企業による戦略に基づく大幅な活動強化に加え、200以上とも言われるジュニアカンパニーの一攫千金を夢見た野心的な活動もあいまって、これまでは対象とされていなかった地域においてさえ活発な探鉱が実施されるようになった。Web サイトにはこれらの情報があふれ、中には、鉱化転石を発見しただけで自社株や権益を高く売り込むために大々的に発表しているものもある。情報を見分けるのも大変である。

まずは、ウラン探鉱・開発の銀座、カナダから始めることにする。

### 1. カナダ

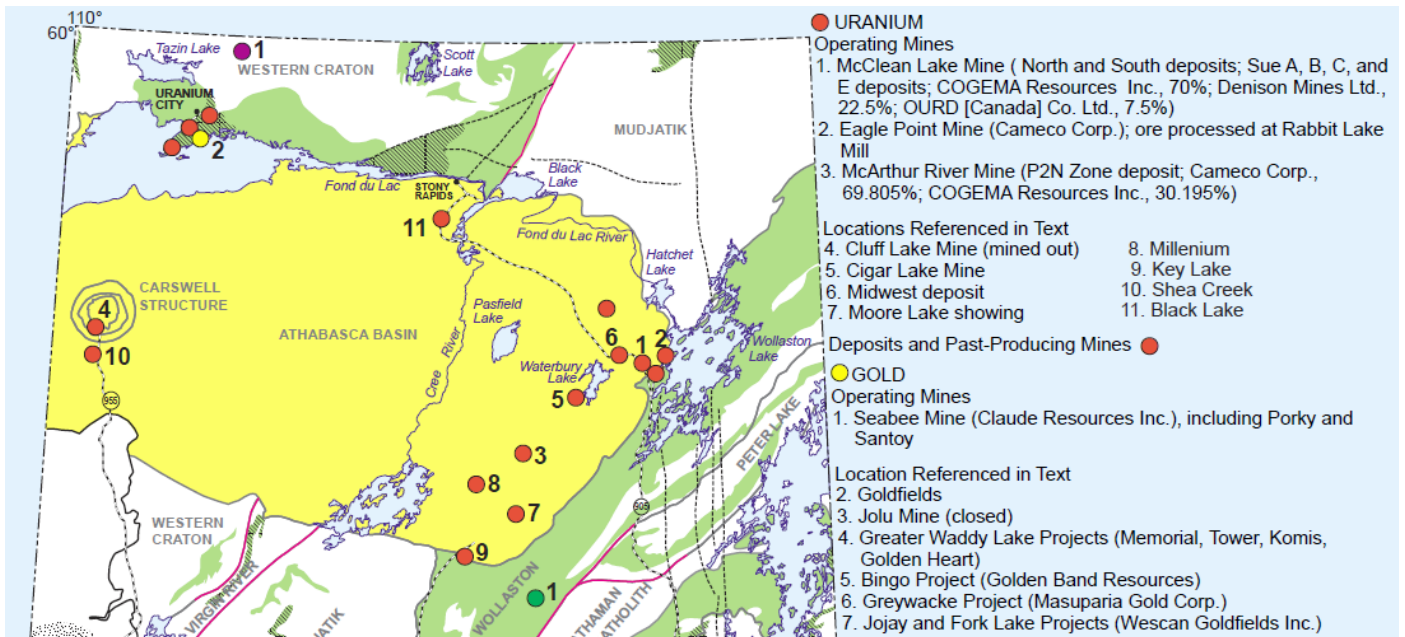
カナダにおけるウラン探鉱活動の大半を占めるサスカチワン州において、ウラン探鉱費は、2004年のC\$31.2mから2005年はC\$74.6mへと急増した(図1； Cameco/Areva, 2005/12<sup>1)</sup>)。2006年のデータは未公表であるが、2005年をさらに大きく上回る見込みである。サスカチワン州以外でも、しばらく活動がなかった北西準州／ヌナブート準州のシーロン盆地、ホーンビー・ベイ盆地、ニューファウンドランド州のラブラドル、ケベック州などにおいても活発なウラン探鉱が開始されている。また、サスカチワン州のアサバスカ地域では、シガーレイクとミッドウエストの2鉱山の開発または開発準備などが進められている。

図1 カナダサスカチワン州のウラン探鉱費



\* データはサスカチワン地質調査所の Saskatchewan Industry and Resources に基づく  
出展： Cameco/Areva, 2005/12, Uranium in Saskatchewan

図2 アサバスカ地域のウラン鉱山およびウラン鉱床分布図



出展：Saskatchewan Industry and Resources, 2005/12

### (1) サスカチワン州アサバスカ地域のウラン探鉱・開発活動

2005年にはアサバスカ盆地東部において35以上の企業が、盆地西部においては20以上の企業が探鉱活動を実施している(図2; Saskatchewan Industry and Resources, 2005/12<sup>2)</sup>)。これらの活動のうち、主なものを紹介する。

なお、代表的なプロジェクトの権益所有者や資源量などの情報は、末尾の表1に示した。

#### ①シガーレイク鉱山の開発

シガーレイク鉱山の開発は2005年の1月に着手され、27ヶ月の建設期間を経て生産が開始される予定であったが、2006年4月6日および10月22日の2回の坑内出水事故により、開発計画に遅れが生じていることは既に報告したとおりである。

2回目の坑内出水事故のプレスリリース後、翌週10月30日のウランスポット価格はUS\$56.0/lbU3O8から一気にUS\$60.0/lbU3O8まで上昇した(Ux Weekly, 2006/10/30)。現在の世界のウラン需要(67,000tU/年)のほぼ1/10の生産(6,900tU/年)が期待される鉱山だけに、その影響が大きいのは当然と思われる。ふり返れば、現状に至るウラン価格上昇のきっかけになったのも、2003年4月6日に起きたマッカーサーリバー鉱山(7,185tU/年)の坑内出水事故であった。このときには鉱山の生産は3ヶ月の中断で回復したが、今回のシガーレイク鉱山の場合は、もう少し事態が深刻と思われる。

カメコの発表(Cameco News Release, 2006/10/31)によると、現在のシガーレイク鉱山の水位は、立坑の坑口から30m下までに達しているという。目下カメコ技術者とコンサルタントによる回復計画が、国際専門家の助力も得ながら検討されており、3ヵ月以内にいくつかの代替計画も準備して回復作業が開始される予定である。検討されている主だったものは、地表

からの試錐による充填技術や凍結技術を用いて、出水源を地下施設から分離したのちに、鉱山から水をポンプアウトする方法である。

また、カメコは、鉱床が経済的に採掘されることに変わりはないものの、採掘・製錬・処理・販売・法規制・環境など多くの要因の再評価により、埋蔵量の区分が"proven"から"probable"に格下げされる可能性もあると述べている。コスト評価、開発計画、埋蔵量への影響は、評価が完了してから報告される。

## ②ミッドウエスト鉱山の開発

ミッドウエスト鉱山開発の解説書 (project description) が、2005年12月28日にカナダ原子力安全委員会 (CNSC) およびカナダ環境評価機関に提出された。この解説書は、ミッドウエスト鉱床が露天掘りで採掘されることとミッドウエストの鉱石を製錬するマックリーン鉱山 JEB 製錬所の再拡張などが提案されている。本プロジェクトは、1997年の連邦・州の合同評価パネルによる開発提案に基づき1998年に連邦および州政府の開発許可を得ているが、今回、追加の環境評価の実施が要求されると予想されており、その作業が進められている。環境評価とその後の許可取得が順調に行われれば、2008年に被覆層のストリップングが開始される (生産は2010年) と見込まれている (Denison Press Releases, 2006/8/10)。

また、2005年の冬季にミッドウエスト鉱床の北方3kmで発見されたウラン鉱化帯 (Mae Zone) での追加試錐が、2006年冬季および夏季に実施され、13.0%eU×12.5mをはじめとする良好な結果が得られており、埋蔵量の増加が期待されている (Denison Press Release, 2006/4/10 and 2006/9/12)。

## ③マッカーサーリバー鉱山／キーレイク製錬所の操業

マッカーサーリバー鉱山は計画通り順調に操業されている。

カメコはマッカーサーリバー鉱山とキーレイク製錬所の生産容量を現在の7,185tU/年から8,450tU/年に拡大するための許可申請を行っているところであるが、目下、カナダ原子力安全委員会 (CNSC) による環境評価が継続中である。CNSCは、キーレイク製錬所の廃液に含まれる低濃度のセレンおよびモリブデンが及ぼす長期的環境影響の評価にターゲットを絞っている。カメコはこれらの濃度をさらに低下させる実施計画を提案して目下CNSCと協議中であるが、2007年の第1半期中に新しい条件での操業許可が得られ、2007年内には生産規模の拡大が実現できると見込んでいる (Cameco News Release, 2006/10/31)。

## ④マックリーンレイク鉱山の操業

マックリーン鉱山では、Sue C および Sue A 鉱床の鉱石処理がほぼ終了し、今後は主に Sue E (露天採掘) の鉱石が JEB 製錬所で処理される。また、シガーレイク鉱床からの鉱石処理に備えて、JEB 製錬所の拡張工事が2005年から開始されている (Cameco/Areva, 2005/12/31)。

Sue E の鉱石は Sue C より低品位で砒素をより多く含むこと、また JEB 製錬所の拡張工事などのため、2006年の生産量はこれまでの6m.ポンド U3O8/年 (2,300tU/年) から3m.ポンド U3O8/年程度に半減するものと見込まれている (Denison Press Releases, 2006/8/10)。

## ⑤ラビットレイク鉱山の操業

ラビットレイク鉱山の製錬所の公称生産能力は 12m.ポンド U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>/年 (4,615tU/年) であるが、現在はイーグルポイント鉱床 (坑内採掘) の鉱石を処理し、6m.ポンド U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>/年規模での生産を行っている。2006 年の生産量は、6m.ポンド U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> をやや下回ると見込まれている (Cameco News Release, 2006/10/31)。

ラビットレイク製錬所は、2009 年からシガーレイク鉱山からの鉱石を処理する計画で、目下そのための環境評価作業が実施されている。シガーレイクの鉱石はまず JEB 製錬所で浸出貴液までに前処理され、ほぼ半分がラビットレイク製錬所にトラック輸送されることになっている\*<sup>1</sup> (Cameco/Areva, 2005/12/31)。

イーグルポイント鉱床の探鉱試錐は継続されており、2005 年に引き続き、2006 年も埋蔵量の追加発見が見込まれている。

\* 1 : ラビットレイク製錬所はカメコが 100% 所有、JEB 製錬所はアレバ、Denison、海外ウラン資源開発株が所有している。シガーレイクの権益は、カメコが約 50% を所有し、残り半分をアレバ、出光、東電が所有しているため、それぞれの持分に応じて鉱石を製錬することになっている。

## ⑥Shea Creek プロジェクトの探鉱

2002 年末にクリーエクステンションプロジェクトのミレニアム鉱床の発見 (発見は 2000 年) が発表されて以降の、最も重要な探鉱成果は、2005 年 7 月に公表された Shea Creek プロジェクトの Kianna 鉱床の発見 (UEX\*<sup>2</sup> News Release, 2005/7/13) である。

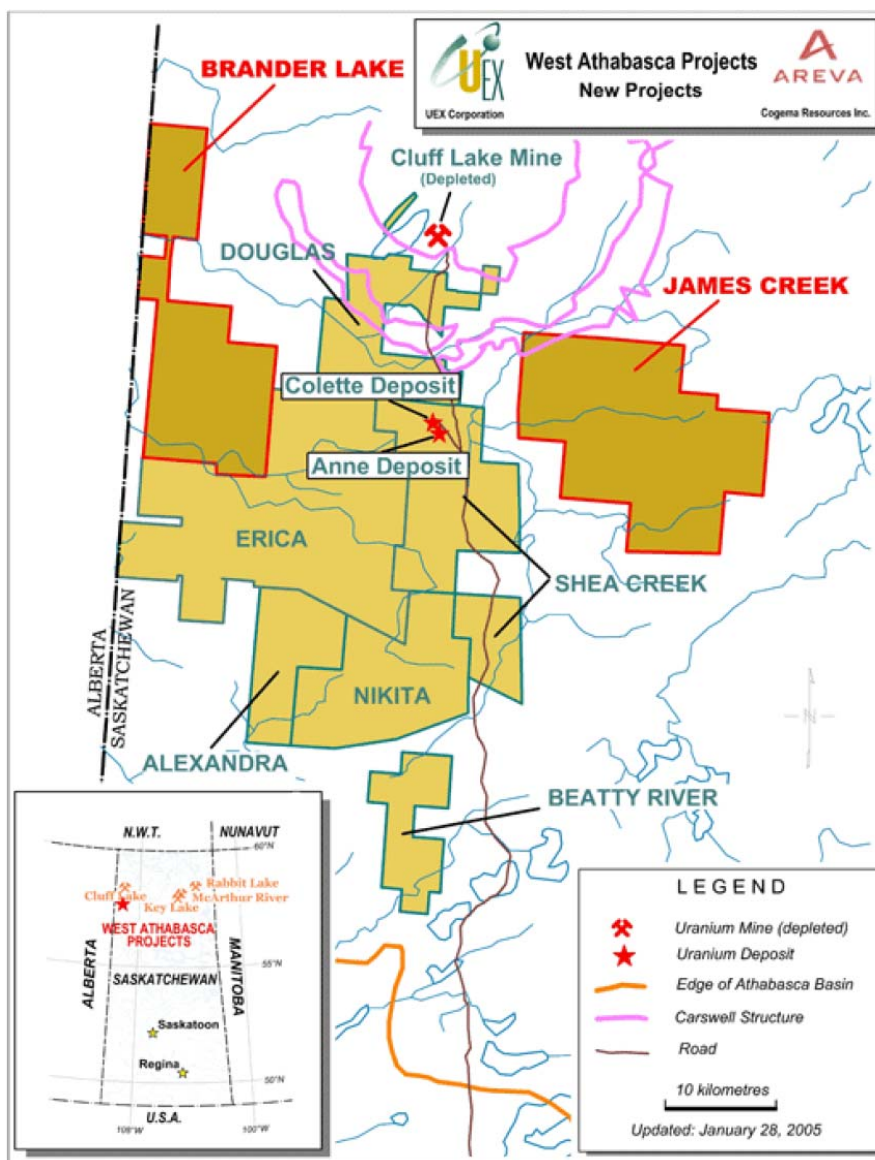
\* 2 : UEX は、2002 年にカメコと Pioneer Metals との契約に基づき設立されたカナダのウラン探鉱会社である。約 75% の権利を公開株主が保有し、カメコが約 22% の権利を保有している。アサバスカ盆地内において、単独および JV の 19 プロジェクトを有し、活発な探鉱活動を展開している (UEX Website, 2006/10/3)。

Shea Creek は、アサバスカ盆地の西側のクラフレイク鉱山 (2002 年に採掘終了、2006 年に跡処置完了) のすぐ南方に位置している (図 3)。コジェマ (現アレバ) が、1992 年に Anne 鉱床、1997 年に Colette 鉱床を発見し、Anne 鉱床では、正式な鉱量計算規格 (NI 43-101) に基づくものではないが、資源量として約 15,400tU (品位 2.1~2.5%U) が把握されていた (Saskatchewan Industry and Resources, 2005/12)。

アレバは 2000 年から探鉱を休止していたが、2004 年に、UEX が探鉱費として C\$30m. を支出する条件で 49% の権益を与える JV 契約を締結し、2004 年から探鉱を再開した。Anne と Colette の中間において実施された 2004 年の試錐調査において、27.4% × 8.8m をはじめとするこれまでで最高の鉱化作用が発見された (後に Kianna 鉱床と命名)。鉱化作用は主に深度約 700m の不整合上位の砂岩中に認められるが、基盤岩中にも認められる。2005 年の試錐で

は、不整合より 100m 下位の基盤岩中において、5.4%×37.7%の優秀な鉱化作用が認められた。2006 年には約 12,000m の試錐調査が計画されている（UEX Website,2006/10/3）。

図3 Shea Creek プロジェクト位置図



出展：UEX Website,2006/10/3

Kianna 鉱床の資源量に関する情報はまだ報告されていないが、2万 tU 以上の経済性の高い鉱床となる可能性が高い。ただし、クラフレイク鉱山の製錬所は完全に跡処置済みであるため、新規に製錬所を建設することが必要である。このため、開発決定のタイミングがアサバスカ盆地東部の鉱床に比べて遅くなることが考えられる。

### ⑦ミレニアム鉱床のプレFS

キーレイク製錬所の約 35km 北部に位置するミレニアム鉱床では、2006 年に探鉱試錐と平

行してプレFSが実施されている。詳細情報は公表されていないが、現時点において、シガーレイク、ミッドウエストに続く次の開発候補であると予想される。

### ⑧Hidden Bay (Raven-Horseshoe/West Bare 鉱床) の探鉱

UEXは、自社が100%所有するHidden Bayプロジェクト(ただし、オペレーターはカメコ)のRaven-Horseshoe 鉱床を対象に、トータル予算C\$8m.(年間C\$2m.規模)の大規模な探鉱を2005年から実施している。Raven-Horseshoe 鉱床では、過去にGulf社が、広間隔試錐データに基づき鉱量計算規格外の資源量8,800tU(品位0.14%U)を報告しているが、UEXはさらに高密度の試錐調査によって、より高品位の資源の存在を把握することを目的としている。

2006年の試錐において、UEXは、過去最高の鉱化作用(4.53%×12.35m、深度約200m)を確認するなど好結果を得たことを発表した(UEX News Releases, 2006/10/3)。

Raven-Horseshoe 鉱床は、ラビットレイク製錬所の南方5km、アサバスカ砂岩の分布域よりも外側(東側)に位置しており、鉱化作用は基盤岩中の深度50~400mに分布している。基盤岩の岩質はアサバスカ砂岩よりも安定しており、またこのタイプの鉱床は品位も比較的低いため、UEXはラビットレイクのイーグルポイント鉱床と同様に、在来型の坑内採掘が可能と考えている。

また、同じHidden Bayプロジェクトではあるが、ラビットレイク製錬所の南々西40kmに位置するWest Bear 鉱床に対しても鉱量精度を高めるための試錐調査が実施された。2004~2005年に101孔(2,793m)の試錐が実施され、鉱量計算規格に基づく資源量534tU(品位1.17%)が計算された(UEX Website, 2006/10)。資源量は小さいが、本鉱床は深度15~25mの地表近くに分布しており、採掘が容易である。

### (2) アサバスカ地域以外におけるウラン探鉱活動

サスカチワン州アサバスカ地域以外の地域における主なウラン探鉱活動は、以下のとおりである。

#### ①シーロン盆地 キガビックー/シッソズ地区

ヌナブート準州内シーロン盆地の東端に位置するキガビックおよびシッソズの両プロジェクト(図4)では、合計56,827tUの資源量が報告されている(Autebert(Areva), 2006/6<sup>3)</sup>)。1997年を最後に探鉱作業が中断していた。当時、シッソズプロジェクトには動燃が参加(48%権益:2000年から日加ウラン株が継承)しており更なる資源量の追加発見を期待していたが、当時の低いウラン価格では当面のあいだ鉱山開発の目処がつかなかったからである。

両プロジェクトのオペレーターであるアレバは、この10月、プロジェクト最寄のイヌイットの村Baker Lakeに両JVの連絡事務所を開設した(Nunatsiaq News, 2006/10/27)。キガビック/シッソズの開発のためには、Baker Lake住民の同意と支援(労働力、物資輸送の拠点等)が不可欠であり、事務所を通じてプロジェクトの広報活動を本格化させるためである。

図4 キガビック/シッソズプロジェクト位置図

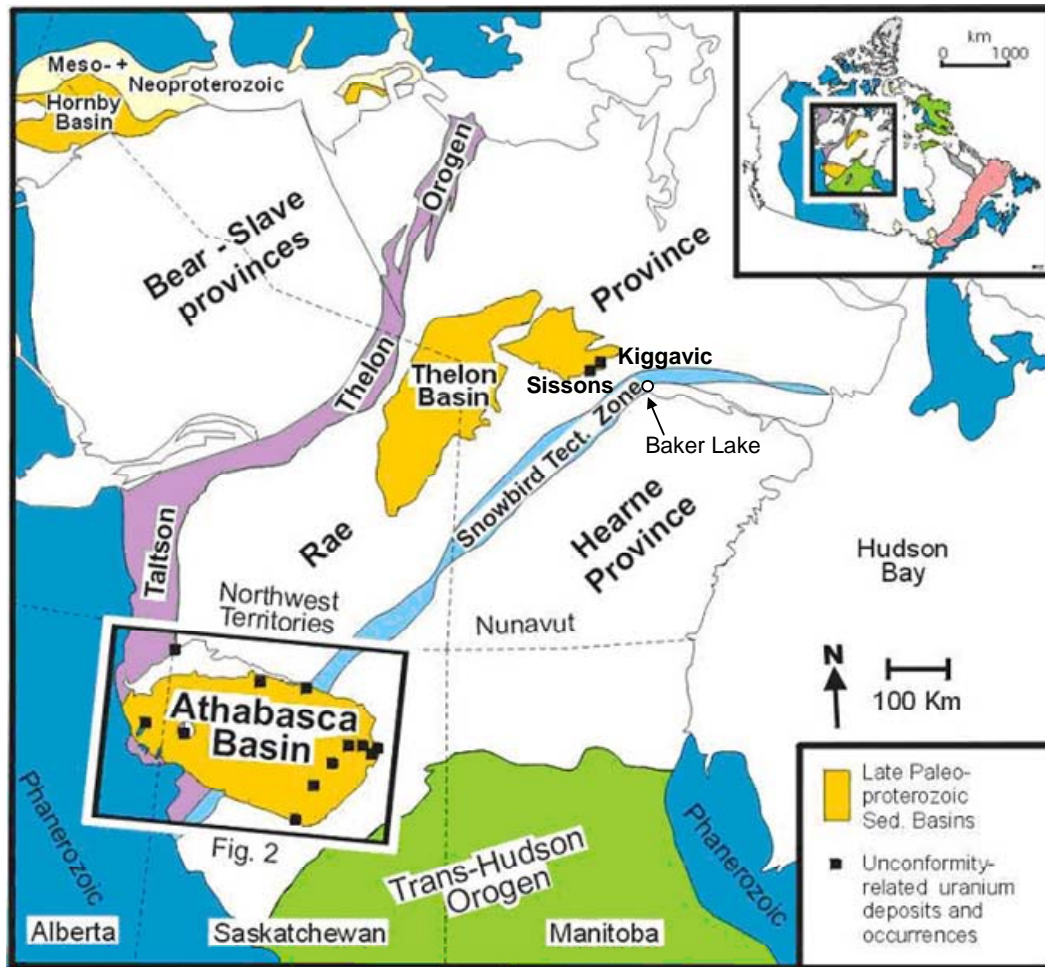


Figure 1. Regional context of the Athabasca Basin, Northwestern Canadian Shield, after Thomas et al. (2000) and Card (2001).

出展 : Geological Survey of Canada, Website, 2006/11

本プロジェクトでは、アレバの前のオペレーターであるウランゲゼルシャフトが、1990年に鉱山開発を一度提案したが、Baker Lake 村会の投票において 9/10 の反対で否決された経緯がある。今回アレバは、アレバの鉱山開発の実績に基づき、環境面での配慮と住民への教育・雇用提供など地域への経済効果をアピールすることとしている。

FS および環境影響評価のプロセスには、やはり最低 5 年程度の作業が必要であり、連絡事務所の成果次第では早期に当地域での作業が再開される可能性がある。

## ②ホーンビー・ベイ盆地の探鉱

シーロン盆地から 700~800km 北西部の北西準州とヌナブート準州にまたがって分布するホーンビー・ベイ盆地（図4）においても同様の不整合関連型鉱床を対象とした探鉱が実施されている。

当盆地内では過去 1969~1980 年に探鉱が実施され、資源量 3,150tU（品位 0.20%U）を有する Mountain Lake 鉱床が発見されているが、2005 年から当鉱床とその周辺地域を対象に、

Triex Mineral と Pitchstone Exploration が 50 : 50 の JV で探鉱を開始した。2005 年は物理探査などを中心に C\$0.96m.の探鉱が実施され、2006 年は C\$2.1m.の大規模な探鉱（周辺他社鉱区の取得含む）が実施されている（Triex Mineral Website）。

### ③ヌナブート準州 Baker 盆地の探鉱

同じくヌナブート準州の Baker Lake の南方 40km に位置する Baker 盆地において、Pacific Ridge が（Kaminak Gold との JV）16 孔の試錐調査を開始しており、最初の 4 孔中 3 孔において 0.26%×11.5m をはじめとする鉱化作用を認めたと発表した（Pacific Ridge News Release, 2006/10/18）。鉱床タイプは不明であるが、鉱化作用は Baker 盆地内の砂岩中（深度数 10~130m）に認められ、構造規制を受けた岩脈近傍に確認されるとのことである。

### ④ラブラドールの Michelin/Jacques 鉱床の探鉱

カナダ西端のラブラドールでは、1950 年代に発見され 1990 年代になってから活動が休止していた Michelin 鉱床とその周辺において、カナダの Aurora（Fronteer が 47.7%の権利を所有）が、意欲的な探鉱活動（2006 年に 40,000m の試錐）を実施している。Aurora の資料によると、2006 年 10 月までに 28 孔の試錐（深度 500~800m）が Michelin 鉱床を対象に実施され、Michelin Main Zone（品位 0.2%前後×10~60m；深度 700m 前後）の広がりが確認され更なる拡大が期待されるとのことである（Fronteer Press Release, 2006/10/10）。2006 年 1 月の Aurora の情報では、Michelin の資源量は 8,530tU（measured and indicated）+5,150tU（inferred）であった。品位は 0.1~0.2%U と低い。

また、Aurora は、Michelin 鉱床の近隣 25km において、昨年から今年の試錐によって Michelin 鉱床と同様の Jacques Lake 鉱床を発見したと発表した（Aurora Press Release, 2006/11/2）。最近の 5 孔の試錐において、深度数 10~200m 以内に 0.12%×37m をはじめとする鉱化作用が認められた。Aurora は、2007 年には Jacques Lake を対象に 20,000m の試錐調査を計画している。

### ⑤ケベック州 Matoush 地区の探鉱

ケベック州の Otish Mountain においても、1984 年にウランエルツ他がウラン鉱化作用を発見していた Matoush 地区において、Stereo Resources が 2006 年から 10,000m の試錐調査を実施している。これまでの 26 孔の試錐のうち 13 孔において、1.13%×14.1m をはじめとする高品位の鉱化作用が認められた（Stereo Resources Press Release, 2006/10/26）。好結果を受けて、2006 年 12 月からさらに 30,000m（または 80 孔）の試錐調査が計画されており、Stereo Resources は、2007 年の初期には鉱量計算規格に基づく資源量を計算すると述べている。

地質情報は得ていないが、深度は一定して 300m 前後であり、層準規制の鉱化作用と推察される。

以上



表1 カナダの主要ウラン鉱床・鉱山一覧表

鉱山・鉱床名	地域	鉱床タイプ	埋蔵量 (tU)	時期	平均品位 (%U)	現状	生産容量 (tU/年)	権益所有者(所有率:%)
ラビットレイク (Eagle Point)	アサバスカ	不整合	7,110	05末	0.84	生産中	4,610	カメコ(100)
マックリーンレイク (SueB,D,E, McClean)	アサバスカ	不整合	10,070	05末	0.74	生産中	3,077	アレバ(70)、DENISON(22.5)、 海外ウラン(7.5)
ミッドウエスト	アサバスカ	不整合	13,450	05末	3.73	2010生産予定		アレバ(69.16)、DENISON(25.17)、 海外ウラン(5.67)
ドーンレイク	アサバスカ	不整合	4,960	05末	1.4	探鉱中		カメコ(57.46)、アレバ(23.09)、 日加ウラン(19.45)
シガーレイク	アサバスカ	不整合 inferred resources	88,950 45,420	05末	16.2 14.4	2008生産予定		カメコ(50.025)、アレバ(37.1)、 出光(7.875)、東電(5)
クリスティーレイク	アサバスカ	不整合	7,600	05末	2.7	探鉱休止中		日加ウラン(100)
マッカーサーリバー	アサバスカ	不整合 inferred resources	155,880 36,420	05末	19.3 6.23	生産中 2007に8,450tU /yに増産計画	7,185	カメコ(70)、アレバ(30)
グリーエクステンション (Millennium)	アサバスカ	不整合 inferred resources	17,600 4,300	06末	3.93 1.54	探鉱中 2006にp-FS		カメコ(30.17)、日加ウラン(30.1)、 UEM(23.59)、アレバ(16.14)
Shea Creek (Anne, Kianna, Colette)	アサバスカ	不整合	>30,000		>2	探鉱中		アレバ(51)、UEX(49; 参入中)
Hidden Bay (Raven-Horseshoe)	アサバスカ	不整合	>8,800		>0.14	探鉱中		UEX(100)
キガビック	シーロン	不整合	15,000	91末	0.4	探鉱休止中		アレバ(99)、大宇(1)
シッソング (Andrew Lake/End)	シーロン	不整合	30,700	00末	0.5	探鉱休止中		アレバ(50)、日加ウラン(48)、 大宇(2)
Michelin/Jacques	ラブラドール	赤鉄鉱質 角礫複合岩	>8,530		>0.10	探鉱中		Aurora(100)
ホーンビー・ベイ (Mountain Lake)	ホーンビー	不整合	3,150	05末	0.2	探鉱中		Triex Mineral(50)、 Pitchstone Exploration(50)

\* 埋蔵量：原則として、鉱山会社が報告している reserve と measured and indicated resources の合計を採用した。  
ただし、シガーレイクなど高品位の場合のみ inferred resources も含めて下段に示した。  
ホーンビー・ベイ(Mountain Lake)は inferred resources。クリスティーレイクは inferred resources 相当。  
マックリーンレイクとミッドウエストの埋蔵量は reserve のみ。

参考文献・資料 (News Release や Website 情報は本文中に記してあるので省略)

- 1) Cameco/Areva, 2005/12, Uranium in Saskatchewan
- 2) Saskatchewan Industry and Resources, 2005/12, Saskatchewan Exploration and Development Highlight 2005
- 3) Autebert(Areva), 2006/6, WNFN Annual Meeting, Feeding the Nuclear Fuel Cycle with a Long Term View : Areva's investments in Front-End Activities