

第 122 南極特別保護地区管理計画

ロス島のハットポイント半島のアライバル高地

序説

アライバル高地南極特別保護地区(ASPA)はハットポイント半島(ロス島)南西端付近(77° 49' 41.2" S, 166° 40' 2.8" E)に位置し、面積約 0.73km² を有する。アライバル高地南極特別保護地区はロス島ハットポイント半島の南西端近く(77° 49' 41.2" S, 166° 40' 2.8" E)に位置し、面積は約 0.73 km²である。主な指定の理由は、上層大気を研究するサイトとして電磁的に「静穏」であることと、物流の利便性である。本地区は微量ガスモニタリング、オーロラ、地磁気、大気環境調査など多くの他の科学的調査にも使われた。例えば、多くの大気データセットの質とデータ取得の年数により、本地区は科学的価値が高いとされている。1975年の指定以降、本地区近辺に数多くのプロジェクトが発足し、アライバル高地の静穏な電磁的環境を劣化させる可能性が出てきた。このような活動による干渉の科学的実験に対する影響は許容範囲に留めるべきであるが、干渉の程度の詳細は現在調査中である。本地区は、その地理学的特徴、遮蔽物が無く地平線がよく見えること、空気が清浄であること、物流に便利であること、また指定地区を移転すればコストが嵩むことから、継続的に利用することが望まれている。本地区の指定は勧告 VIII-4 (第 2 特別科学的関心地区、1975 年)におけるアメリカによる提案に基づく。指定期満了の延長は勧告 X-6 (1979 年)、XII-5 (1983 年)、XIII-7 (1985 年)、XIV-4 (1987 年)、決議 3(1996 年)、および措置 2(2000 年)によるものである。本地区は決定 1(2002 年)により改名、番号の再割当が行われ、改訂管理計画は措置 2(2004 年)、措置 3(2011 年)により提出された。電磁的静穏環境の劣化は SCAR 勧告 23-6 (1994)により認識された。本地区は南極環境領域区分(決議 3 (2008 年))によると「環境 S - マクマード - 南ビクトリアランド地質」に属する。また本地区は南極保護生物地理区分(決議 6(2012 年))による ACBR9 - 南ビクトリアランドに属する。

1.保護地区の価値に関する説明

当初アライバル高地は、アメリカの提案により、勧告 VIII-4 (1975, 第 2SSSI)により指定された地区である。その理由は当地区が「電磁的環境と自然環境が「静穏」であり、上層大気測定計画に関係する微小な信号を記録するための精密な機器の設定に理想的な状況である」ためである。例えば、電磁的記録は長期の科学的研究の一環としてアライバル高地で行われ、電磁波妨害の程度が比較的 low、地球磁場の観点からみて地理上の位置による独特な特徴のため、高精度のデータを蓄積することができる。アライバル高地の電磁的に静穏な状況と長期のデータ収集が本地区の科学的価値を占めている。

しかし近年、SCAR 勧告 XXIII-6 (1994)に記述されているように、スコット基地とマクマード基地と関わりのある科学調査と補助業務が増加し

たことにより、アライバル高地で局地的に発生する電磁波ノイズの程度が増加し、電磁的に静穏であった状況がいくらか劣化したことがわかった。

本地区の科学的調査は、近傍の活動からの電磁波妨害(EMI)の量について、許容範囲内の低い程度の場所で実施しているようであり、アライバル高地の管理計画中の目的に沿っている。しかし、最近の同区への訪問と新しい装置の設置により、超長波ノイズ(50 Hz - 12 kHz)の若干の上昇がみられた。これは地区外からのもの(おそらく地区から 1 km 以内の風力タービンによるもの)と考えられる。12 - 50 KHz の範囲でもノイズが増加しており、これはおそらく地区内の、例えば送電網配置や設置、無停電電源装置(UPS)のユニット増設などによると考えられる。アメリカとニュージーランドの科学委員会は、アライバル高地でプロジェクトを発足し、EMI を引き起こす可能性のある原因について予想される影響を緩和する実用的な提案を行うべく詳細な分析を行っている。

これらのような観察にも関わらず、本地区の地理学上の本来の特徴、高い位置にあり地平線を広く見渡せること、火山クレーターの形態、近くにあるマクマード基地(南 1.5 km、アメリカ)とスコット基地(南東 2.7 km、ニュージーランド)からの物流の利便性などが、高層大気研究と境界層大気サンプリングを行う上での本地区の価値を維持している。本地区と関連機器の移動についてはどの提案にも科学的、金銭的、実践的な制約が伴う。それゆえ現在の管理方法として適切であるのは、できる限り EMI ソースを最小にし、これらの程度を定期的にモニターすることであり、それにより本地区の価値を著しく下げる脅威が特定され、適切に対処されるだろう。

当初の指定から、本地区ではいくつかの異なった科学プログラムが地域内の移動の便を利用し行われてきた。特に、地平線が広い範囲で見渡せることと、数々の活動(例:車両の移動、エンジン排出)から隔離されていることが、微量ガスの測定(特にオゾン)、分光や大気微粒子の調査、汚染検査、オーロラや電磁研究を行う上で貴重である。加えて、アライバル高地の保護状況が物理的干渉の程度を限定するのに役立っていたため、基地が設営されたハットポイント周辺の他の地域ほどには土壌や地形が干渉を受けていない。特筆すべきは、サンドウェッジポリゴンがハットポイント近隣のどの地域よりも広範囲に存在しており、その面積はおよそ 0.5 km² であることである。比較的自然が干渉を受けていない環境であるが、基地設営の影響についての比較分析や変化を考慮する上での参考の際に価値がある。これらの付加価値もアライバル高地が特別保護の対象となる重要な理由となる。

本地区は地区内で長期的に得られたさまざまな高精度の大気データセットにより、高い科学的価値を有する。地区内及び周辺地域からの影響がある可能性は認識されているが、一連の長期的データ、通年観察のためのサイトへのアクセスの良さ、地理学的な特徴、移転のコストなどが、サイトに対する現行の保護活動を強化する理由となる。このような研究は化学物質やノイズ汚染、特に電磁的干渉によるかく乱、地平線の見晴らしの良さが損なわれること、および/または計装による遮蔽から

受ける干渉に対し脆弱である。このため本地区は特別保護の対象であり続ける。

2. 目的

アライバル高地の管理は以下を目的とする。

- ・人間による不要なかく乱を防止し、本地区の価値の低下およびその危険性を避けること；
- ・特に大気研究に関する科学的調査を可能とし、これらの調査に対し影響を与えるような機器の使用及び制御不能な装置の設置は避けること；
- ・本地区において設置運用する装置の種類、個数、使用を規制し、過度の電磁波ノイズが発生する可能性を最小限にすること；
- ・地平線の見晴らしの良さが低下してしまうこと、および空に向け配置される計装による遮蔽を防止すること；
- ・内燃エンジンなどの排出源からの人間によるガスまたはエアロゾルの本地区における排出を可能な限り防止・軽減すること；
- ・周辺における活動と土地利用を管理することにより本地区の価値を検討し、とりわけ、本地区の価値を傷つける恐れがある電磁波放射発生源を最小とし、その程度をモニターすること；
- ・本地区内にある通信手段と科学装置のメンテナンス、アップグレード、管理を可能にすること；
- ・管理計画の目的達成に必要な維持管理のための立ち入りを可能とすること；
- ・他の地域では結果を得られないというやむを得ない理由がある場合に、科学研究に関連した教育活動や一般への普及啓発目的のための立ち入りを可能とすること；

3. 管理活動

本地区の価値を保護するために以下の管理活動を行う。

- ・不注意な立ち入りを防ぐため、本地区の位置と境界線を表示し、立ち入り制限を明記した標識を、本地区境界線上の適切な位置に設置する。標識には、本地区において緊急時を除き電波の送出を禁止する旨、また車両のヘッドライトを消灯すべき旨表示する；
- ・地区内での位置を明記した標識（特別な制限も記載してあるもの）を目立つように表示し、地区内とマクマード基地、スコット基地において本管理計画の写しを入手可能とすること；
- ・科学的あるいは維持管理の目的で本地区内あるいは境界線近辺に設置したマーカー、標識、および建造物を良好な状態に維持し、不要となった場合には除去すること；
- ・本地区が指定の目的に合い、管理手順が適切であることを評価するための査察を必要に応じて行う（5年に1回以上）；
- ・発生源を検知し緩和するという目的の下、装置の故障を検知し本地区の価値を損なう虞のある許容できない干渉のレベルを監視するため、電磁波ノイズ調査を2年に一度行う；

- ・本地区外ではあるが近辺の破壊的な活動(例:爆破や掘削、電磁波妨害を起こす可能性のある送信機その他の装置の運用など)を行う計画がある場合、科学的プログラムへの弊害を最小化または皆無にするような緩和策を考慮した上で、適切な国内当局に事前に通知すること;
- ・本地区で実施する各国の南極プログラムにおいては、活動調整官を任命するものとする。活動調整官は、本地区内における全ての活動プログラムについてプログラム間の協議に責任を負う。各国の活動調整官は自国のプログラムによる本地区への訪問につき記録をとるものとする。この記録には、訪問人数、日時、訪問期間、活動内容、および本地区へのアクセス方法に関する情報を含めるものとする。本地区に対する全ての訪問の記録をまとめるため、各国の活動調整官は、毎年一回この情報を交換するものとする。
- ・この地域で実施する各国の南極プログラムにおいては、本管理計画を確実に実施するため協議を行い、本管理計画の要件を遵守していないプログラムがあることが発覚した場合、要件を遵守せしめるために適切な措置を行う。

4.指定期間

指定期間は無期限とする。

5.地図

地図 1:ハットポイント半島を示す、第 122 南極特別保護地区アライバル高地の地域概略図。近傍の基地(マクマード基地(アメリカ)、スコット基地(ニュージーランド))、設備(SuperDARN、通信衛星受信機、風力タービン)とルート(道路、遊歩道)の位置を示す。

地図仕様:ランベルト等角円錐図法。標準緯線 - 第 1 標準緯線:77° 40' 00" S;第 2 標準緯線:78° 00' S。中央子午線 - 166° 45' E。原点緯度 - 77° 50' S。測地系 - WGS84。データはマクマード海峡測地管理ネットワークに準拠。データ出典:地形:等高線(間隔:10m)はデジタル正射写真図、数値標高モデル(DEM)は航空写真(1993年11月撮影)による;万年氷の範囲は人工衛星クイックバード撮影(2005年10月5日)による画像をデジタル的に正射投影補正したものによる(Imagery© 2005 Digital Globe、NGA Commercial Imagery Program 提供);インフラストラクチャー:基地設置場所のCADデータは米国南極プログラム(USAP)(2009年2月/2011年3月)、ERA(2009年11月)、およびUSAP(2011年1月)の現地調査による;遊歩道はPGCの現地調査(2009年1月/2011年31月)による。

挿入図 1:ロス島およびロス海の位置。挿入図2:ロス島上での地図1の位置と主な地形の様相。

挿入図 2:第 122 南極特別保護地区アライバル高地の地形図。境界線、SuperDARN、通信衛星受信機の設置位置と周辺の施設、道路(連絡通路、遊歩道)を示す。投影法詳細およびデータ出典は地図 1 と同じ。

6.本地区の説明

6(i) 地理的座標、境界マーカ―および自然の特徴

境界線と座標

アライバル高地は(77° 49' 41.2" S, 166° 40' 2.8" E; 面積 0.73 km²)、ロス島ハットポイント半島の南西端にある低い丘の狭い範囲を指す。ハットポイント半島は地区境界線の南側と北側に位置するエレバス山第一クレーターと第二クレーターを含む一連の火山クレーターで構成されている。本地区は主に氷の張らない地域からなり、標高幅は 150m から第二クレーターの 280m である。アライバル高地はおよそマクマード基地の 1.5 km 北、スコット基地の 2.7 km 北西にある。本地区は広く地平線を臨むことができ、比較的マクマード基地とスコット基地の活動地点からは距離がある。マクマード基地の大部分は地区からの視界に入らない。

本地区南東の境界の角は T510 No.2 トリッグによって明示され、それは標高 157.3 m の座標 77° 50' 08.4" S, 166° 40' 16.4" E である。T510 No.2 トリッグは当初の境界調査マーカ―(T510)から 0.7 m 離れたところにある(T510 マーカ―は現在存在しない)。T510 No.2 マーカ―はオレンジ色の鉄棒でアライバル高地への連絡通路の西およそ 7.3 m の地点に設置されており、その場所は小さな小石の円で囲まれている。高地の境界は T510 No.2 トリッグから直線で 656.0 m 北西にあり、第一クレーターを超え標高 150 m の座標 77° 49' 53.8" S, 166° 39' 03.9" E の地点まで延びる。境界線はそこから北に向かう 150 m 等高線に沿って、第二クレーター北側周縁から真西の地点(77° 49' 18.6" S, 166° 39' 56.1" E)まで 1186m 延びる。さらに、境界線は第二クレーターの真東に 398 m、クレーター周縁を延びてアメリカ海洋観測マーカ―(印字した真鍮の円盤、77° 49' 23.4" S, 166° 40' 59.0" E、標高 282 m)が設置された地点まで北東境界線を形成する。境界線はそこから、南方向に 1423 m、T510 No.2 トリッグまでまっすぐに延びる。

地質、地理及び土壌

ハットポイント半島は 20 km の長さであり、エレバス山の南側面から広がる、並んだクレーターによって形成されている(Kyle 1981)。ハットポイント半島の玄武岩はエレバス火山区の一部を構成しており、主な岩の種類はアルカリ性玄武岩質溶岩と火砕である。少量のフォノライトと、露出した溶岩の中間物もしばしばみられる(Kyle 1981)。空中磁気データと磁気モデルによると、ハットポイント半島の下に存在する磁性溶岩石は厚さ 2 km 以下のものである(Behrendt et al. 1996)。また、最近の研究では玄武岩のほとんどは 750 ka より新しいものであるとされる(Tauxe et al. 2004)。

アライバル高地の土壌はほとんどがエレバス山の噴火により堆積した溶岩性スコリアで、そのサイズはシルトから巨礫岩まで幅がある。永久凍土が活性層の下層となり、地表からの厚さも様々で数センチメートルから数十メートルまで及ぶ(Stefano, 1992)。アライバル高地の表層も同様にエレバス山からのマグマ流を含み、時間とともに風化や改変がおこっている。サンドウェッジポリゴンはアライバル高地のおよそ 0.5 km² を覆い、

本地区では物理的かく乱から保護されているため、これは近傍のハットポイント半島南部のどの場所よりも広い(Klein et al. 2004)。

気候

アライバル高地は頻繁に強風にさらされ、通常は近くのマクマード基地やスコット基地よりも寒く風が強い地域である(Mazzera et al. 2001)。1999年2月から2009年4月までで、最高気温は7.1°C(2001年12月30日)、最低気温は-49.8°C(2004年7月21日)であった。この期間、最も温暖な月は12月で平均気温は-5.1°C、最も寒冷な月は8月で-28.8°Cである(データはニュージーランド国立水圏大気圏研究所 <http://www.niwa.cri.nz> より、2009年5月21日)。

1999年から2009年の年平均風速は毎秒6.96mで、6月と9月に最も風が強い時期が訪れる(データはニュージーランド国立水圏大気圏研究所 <http://www.niwa.cri.nz> より、2009年5月21日)。1999年から2011年の間、アライバル高地で最も強い突風は2004年5月16日の毎秒51m(~184km/時)であった。アライバル高地の風向きは主に北東で、南方の気団が周辺の地形により歪められる(Sinclair 1988)。ハットポイント半島は3つの異なった気団の合流地点であり、厳しい天候の起点となりやすい(Monaghan et al. 2005)。

科学研究

アライバル高地では数多くの長期にわたる科学調査が行われている。ほとんどは地球大気と磁気圏に関する研究であり、それらの中には、極低周波または超低周波、オーロラ事象、磁気嵐、気象現象、さまざまな微量ガス(特にオゾン)などの研究分野を含む。本地区は近傍のマクマード基地とスコット基地からの移動と物流の利便性が、本地区における研究を促進している。

アライバル高地では1984~1985年の南半球夏季から極低周波(ELF)と超低周波(VLF)データが継続的に取られている(Fraser-Smith et al. 1991)。南極のELF/VLFノイズデータはその長さで連続性が独特であり、これはスタンフォード大学によって継続的に記録され、北極及び中程度地方との比較が可能となった。電磁波妨害がないことと、アライバル高地の位置が離れていることにより、研究者がELF/VLF背景ノイズスペクトルと、磁気圏とイオン圏の変化と連動するシューマン共鳴のような微弱なELF信号を測定することが可能である(Füllekrug & Fraser-Smith 1996)。ELF/VLFとシューマン共鳴についてのデータは、太陽の黒点、太陽粒子沈殿、地球規模の気候減少に関する研究のために取られてきた(Anyamba et al. 2000; Schlegel & Füllekrug 1999; Fraser-Smith & Turtle 1993)。さらには、ELFデータは地球上の雲から地面までの電光活動と雷放電活動の代用物として使用され(Füllekrug et al. 1999)、VLFデータは電光活動とイオン圏の状況を監視するための地球規模ネットワークへの情報として利用されている(Clilverd et al. 2009; Rodger et al. 2009)。アライバル高地で得られた高精度の電磁波データから、光子静止質量の上限が10-52 kgであることがわかった

(Füllerkrug 2004)。これは地球イオン圏反射高度の微細な測定を基にされている(Füllerkrug et al. 2002)。また、同じデータから中緯度～熱帯付近の緯度での電光と、温暖～熱帯の気温変化に重要な関係があることがわかった(Füllerkrug & Fraser-Smith 1997)。最近の研究で、広い範囲での周波(4 Hz から 400 kHz)を感度 $\mu\text{V/m}$ で測定する新しい技術が開発された(Füllerkrug 2010)。これはアライバル高地での電磁波環境の静穏性が求められる研究に期待できる。

アライバル高地の南側は南半球冬季の数週間の間暗黒となり、低頻度のオーロラ現象と昼側放射が確認される(Wright et al. 1998)。アライバル高地で記録されたデータは、極光である極冠アークの動きを探索することに用いられ、その結果は太陽風及び惑星間の磁場状態と関係している。アライバル高地でのワシントン大学の研究者によるオーロラ観測データは、オーロラの光放射のドップラー偏移を分析することにより高度の高い地域での風の速度と温度の測定にも用いられてきた。オーロラ研究に加えて、磁気嵐に対する熱圏の反応を調べるために本地区で得られた光学データが使用された(Hernandez & Roble 2003)。また、中波レーダーが中層大気圏(70-100 km)の風速を調べるために用いられている(McDonald et al. 2007)。

アライバル高地で計測できる微量ガスの種類は、二酸化炭素、オゾン、臭素、メタン、酸化窒素、塩化水素、一酸化炭素などで、早いものでは 1982 年ごろから記録されている((Zeng et al. 2012, Kolhepp et al. 2012)。アライバル高地は、大気組成変化検出のためのネットワーク(Network of the Detection of Atmospheric Composition, NDACC)と地球大気観測(Global Atmospheric Watch, GAW)における重要なサイトとなっており、データはオゾン層の長期的発達や南半球における温室効果ガスの密度の監視など、成層圏および対流圏の変化や大気全体の組成の変化を監視するため用いられる。アライバル高地における測定は南半球および南極の人工衛星による比較(Vigouroux et al. 2007)、大気化学モデルの検証(Risi et al. 2012)にとって不可欠である。アライバル高地はまた地表空気測定結果を相互比較するためのいくつかの南極基準基地の一つとしても用いられている(Levin et al. 2012)。

オゾンについては 1988 年からアライバル高地で記録され、南極でのオゾン喪失はもちろんのこと(Kuttippurath et al. 2010)、長期的、季節的变化を調べるためにも用いられている(Oltmans et al. 2008; Nichol et al. 1991)。長期的傾向に加えて、春季に急激に起るかなりの量のオゾン喪失についても記録されている。これは数時間の間発生する現象で、海塩からの臭素化合物が放出されていることに起因すると考えられている(Riedel et al. 2006; Hay et al. 2007)。対流圏の臭素レベルは本地区では 1995 年から記録され、衛星からの測定の検証として用いられるとともに、オゾン喪失、成層圏の温暖化、極渦の変化と関連させて研究が行われてきた(Schofield et al. 2006)。アライバル高地で得られた酸化窒素(NO_2)データもまたオゾンレベルを調べるために用いられ、結果は1日単位、年単位で変化がみられる。この変化はおそらく大気循環、気温と化学強制によって引き起こされている(Struthers et al. 2004, Wood

et al., 2004)。加えて、地上のフーリエ変換分光が大気中の硫化カルボニルとエレバス山からの HCl フラックスを調べるため用いられている (Kremser et al. 2015; Keys et al. 1998)。

植生

アライバル高地の地衣類は 1957 年に C.W. Dodge と G.E. Baker によって調査された。そこで記録された種は以下の通りである：
Buellia alboradians, ナンキョクスミイボゴケ *B. frigida*, *B. grisea*, *B. pernigra*, コフキダイダイゴケ *Caloplaca citrine*, ナンキョクロウソクゴケモドキ *Candelariella flava*, コケノウエノチャシブゴケ *Lecanora expectans*, *L. fuscobrunnea*, ナンキョクヘリトリイボゴケ *Lecidellasiplei*, *Parmeliagriseola*, *P. leucoblephara*, コフキシロムカデゴケ *Physciacaesia*。アライバル高地で記録されている蘚類種はスジフクレゴケ *Sarconeurum glaciale* と *Syntrichiasarconeurum* (BAS Plant Database, 2009) で、他には *S. glaciale* が排水溝と使用されていない車両トラックのなかでみつがっている (Skotnicki et al. 1999)。

人間活動とその影響

アライバル高地にある設備はマクマード基地 (アメリカ)、スコット基地 (ニュージーランド) の職員により年中使用されている。この2つに加え、数多くのアンテナアレー、アンテナ、通信機器、科学調査機器とケーブルが地区内のあちこちに設置されている。

本地区で使用されている大気環境調査用の科学調査機器は、電磁波ノイズと妨害に敏感で、現地の VLF ラジオ送受信や送電線、車両の排気、実験室の装置にいたるまでそのノイズ発生源となる可能性がある。地区外のノイズ発生源としてはラジオ通信、娯楽用放送システム、船舶、航空機、衛星ラジオ送受信、航空機監視レーダーなどがアライバル高地の電磁波環境に影響を与える可能性がある。2006 年の現地調査では妨害程度はマクマード基地、スコット基地での活動が進行中であるにも関わらず許容範囲内で低かった。現地のラジオ通信や基地のノイズから保護するために、いくつかの VLF アンテナは第二クレーター内に設置されている。

許可されていない地区への立ち入りは、車両、徒歩いずれにしろケーブル設置や科学調査機器に損害を与えられていると考えられている。ただしその損害の程度と影響は科学的には解明されていない。2010 年初めから USAP 棟にはカメラが設置されており地区の実験棟に続く道路への交通移動を監視している。

本地区近傍に最近設置された設備としては、2010 年にアライバル高地にあるニュージーランドの研究所での FE-Boltzmann LiDAR、国際短波レーダー観測網 (Super Dual Auroral RADAR Network、SuperDARN) アンテナアレー (2009-10 年)、2つの衛星地上局受信機などがある (地図 2)。SuperDARN アンテナアレーは低周波 (8 - 20 MHz) で電波信号を送る。主な送信方向は地区の南西で、その設置はアライバル高地の実験への影響を最小にするように位置が選定された。2つ

の衛星地上局受信機（ジョイント極軌道衛星システム Joint Polar Satellite System JPSS (JPSS)、MG2）は近くに設置されている。受信機の一つが送信する機能を備え（周波数レンジ 2025 - 2120 Hz）、本地区の放射が最小になるように測定が行われている。

2009-10年の南半球夏季に、3つの風力タービンが地区のおよそ 1.5 km 東、クレーターヒルに設置された（地図1）。タービンからの EMI 放射は電子機器のための標準規格に従う必要がある。しかし、新設の風力タービンからの EMIとしてアライバル高地において超低周波データセットが検出され、タービン変圧器、発電機、電気系統が EMI の発生源となっている可能性がある。VLF 域における干渉はアライバル高地を稲妻の電波パルス測定（例：AARDVARK による実験）などの科学的研究に適さない地域としてしまうのに十分である。このため、VLF 域における電波妨害がより少ないスコット基地に第二アンテナが設置された。

1992 年から、アライバル高地では大気環境のモニタリングが常に行われている。最近の研究では大気の質が低下していると報告があり、これはおそらくマクマード基地やスコット基地における建設や車両の運転などから発生する排気によるものであろう(Mazzera et al. 2001)。大気環境サンプルの調査から、高い濃度の汚染誘導物質（元素炭素、二酸化硫黄、鉛、亜鉛）や PM10（空気動学的直径 10 μm 以下の粒子）エアロゾルが、他の海岸や南極サイトより高い値で検出された。

6(ii)本地区への立ち入り

本地区への立ち入りは陸路で車両または徒歩で行う。本地区への連絡通路は南東から入り研究所へ続いている。本地区には何本かの車両通行路があり第一クレーターの衛星地上局から第二クレーターの麓まで続いている。徒歩での立ち入りは連絡通路を使って行う。

航空機を用いた立ち入りや上空の飛行は禁止されている。許可証によって特別に許可されている場合は使用が認められるが、その場合は立ち入り前に研究プログラムを支援している適切な当局に報告されなければならない。

6(iii)本地区の内部および付近にある建造物

ニュージーランドとアメリカにはいずれも本地区内に研究用と宿泊用の設備を持つ。ニュージーランドは 2007 年 1 月 20 日に新しい研究所を開設し、古い建物は本地区から撤去された。アメリカは本地区に1つの研究所を持っている。アンテナアレーとアンテナは科学的調査の必要に応じ本地区の所々に設置されている（地図2）。2008 年 12 月に新しい VLF アンテナがアライバル高地に設置された。衛星地上局 (SES) は本地区の第一クレーター上の境界線から数メートル内側に位置している（地図2）。

SuperDARN アンテナアレーは本地区のおよそ 270 m 南西にあり、2つの衛星地上局受信機が本地区のおよそ 150 m 南西に位置する（地図2）。

6(iv)本地区の付近にあるその他の保護地区の位置

アライバル高地の最も近傍にある保護地区はロス島に存在し、以下の通りである。1.3km 南西にあるハットポイントのディスカバリー小屋(第158 南極特別保護地区、以下同)、22 km 北にあるエバンス岬(第155)、32 km 北にあるバックドア湾(第157)、北北西 35 km にあるロイズ岬(第121)、40 km 北にあるエレバス山の頂上近くの、ロス海域高地地熱発電サイト(第175)、50 km 北東にある1979年のDC-10旅客機墜落地点であるルイス湾(第156)、バード岬の65 km 北にあるニューカレッジ谷(第116)、北東70 km にあるクロジエ岬(第124)、ロス棚氷を35 km 南に横切った場所にあるホワイト島北西部(第137)。第二南極特別管理本地区であるマクマードドライ谷はおよそ50 km 西に位置する。

6(v)本地区の制限区域及び管理区域

なし。

7.許可証の条件

7(i)許可証発給の一般条件

本地区への立ち入りは適切な国内当局から発給された許可証に従うものを除き禁止されている。本地区への立入許可証を発給する条件は次の通りである。

- ・大気や磁気圏に関する科学的調査、あるいは他のいかなる地域でも行うことができない科学的目的のためであること
- ・本地区内の移動は必要な装置への行き来のみという条件の下、科学調査関連の装置や機器(安全運用を含む)の運転、管理、メンテナンスを行う場合
- ・本地区で行われている科学研究に関係し、他のどの地域でも代替できない教育や普及啓発活動を行う場合。この場合、訪問者が訪問する設備の許可証保持者が引率すること
- ・査察や検討評価といった計画の目的に沿った不可欠な維持管理のためであること
- ・許可される活動は本地区の生態的科学的価値あるいは他の許可活動に危害を与えないものであること
- ・いかなる管理活動も本管理計画の目的に合うものであること
- ・許可された活動は本管理計画に沿ったものであること
- ・許可証あるいはそのコピーを本地区内で携帯すること
- ・許可証に記載された当局に報告書を提出すること
- ・許可証は期限つきで発給されること

7(ii)本地区への出入りおよび本地区内での移動方法

本地区への立ち入りは車両あるいは徒歩によるものとする。航空機の離着陸と上空の飛行は、特別に許可された許可証がない場合を除き禁止されている。航空機利用の際には、適切な当局または科学研究を支援している当局へ航空機利用の計画を文書で事前に通知しなければならない。科学研究への障害を最小限にするため、航空機利用の時

間と場所が適切に調整されなければならない。

車両と徒歩での移動は許可された目的に対し必要最小限であること。また、科学研究への影響を最小限にする努力がなされること。例えば、本地区へ車両で進入する場合は車両の使用を最小限に調整する、など。

車両は、許可証に特別に記載されていない限り、地図2に示された車両用道路を使用しなければならない。歩行者も、使用できる道路がある場合はできる限りそれを使用すること。ケーブルや装置を移動させるときは、それらは損傷を受けやすいため、手動または車両移動に関わらず注意が必要である。暗い時間帯に移動する時は、光に敏感な装置への損傷を避けるため車両ライトのスイッチは切ったまま装置へ近づくこと。

7(iii)本地区内において実施が許可される活動

- ・本地区の科学的価値を損なわない、あるいは実施中の研究活動に干渉しない科学的実験
- ・科学研究のための新しい装置の設置を含む必要不可欠な管理活動
- ・本地区以外では実施し得ない、教育目的の活動(ドキュメンタリーの記録(写真、音声、文書)あるいは教材製作や教育サービス提供のための活動)
- ・訪問者による携帯用ラジオ、車両搭載ラジオの使用は許可されている。ただしそれらの使用は最小限に抑えるものとし、科学的、管理目的、安全目的のための使用に限られる
- ・科学研究の遂行に役立ち、損害を与えない電磁波ノイズ調査

7(iv) 建造物の設置、改築又は除去

- ・許可証に記載されている場合を除き、いかなる建造物の建築も禁止されている。
- ・研究小屋設備の外にある全ての建造物や科学装置、標識は、許可証によって許可され、所属国と調査者の名前、設置年を明記しなければならない。許可証の期限が切れた場合のこれら建造物や科学装置、標識の撤去は許可証を発行した当局が責任を負い、許可証の条件に含まれなければならない。
- ・サイトの選定を含めた機器の設置、メンテナンス、改良、撤去は環境への干渉を最小限にする方法により行うものとし、本地区の価値、特に電磁的に静穏な環境を損なわない方法で行うものとする。設備は本地区の環境汚染リスクを最小にする材料により成るものとする。装置の撤去時期は許可証に記載されなければならない。
- ・現場における連絡に最低限必要な低出力のトランシーバーを除き、新しいラジオ電波(RF)送受信装置を本地区内に設置することは禁止されている。本地区に持ち込まれた装置から発する電磁波放射は、特別に許可された物でない限り、現行の調査に対し不利な影響を与えるものであってはならない。本地区内の電子機器には、電磁波ノイズを最小にするため適切に保護されるという予防措置がなされるべきである。

・建造物や装置の設置あるいは改良の場合、各国の手順に従って、本地区の価値に対する影響を評価しなければならない。提案内容、影響評価を、適切な当局により要求されている手続とともに、国のプログラムの活動調整を行う調査員に提出するものとする。調査員は提出された文書を本地区の他の活動調整員に通知するものとする。活動調整員は国のプログラム責任者や関係者と本地区の科学的価値や自然環境に与える可能性のある影響について協議の上、提案の評価を行う。活動調整員は互いに協議し提案書の受理から 60 日以内に勧告を行う（提案通りの実施、提案の改正、さらなる評価の必要性、提案の却下）。国のプログラムはその提案を実施するかどうか、また、その場合の条件を調査員に通知すること。

・本地区外ではあるが本地区に近傍な場所での EMR を発する建造物や装置の計画、設置、改良の場合、それらの本地区の価値に対し影響を及ぼす可能性があるかにつき考慮しなければならない。

・許可証の期限が切れた建造物や標識の撤去については許可証発当局が責任を負い、この撤去は許可証の条件に含まなければならない。

7(v)フィールドキャンプの位置

本地区内での野営は禁止されている。宿泊のために設置された建物での宿泊が認められている。

7(vi)本地区内に持ち込むことのできる物質および生物に関する制限

・本地区内における、内燃エンジンなどの排出源からの人為的な気体あるいはエアロゾルの大気への排出は、最小化あるいは可能な限りゼロとしなければならない。本地区内における恒久的な人為的な気体やエアロゾルの排出は科学実験を妨害するためこれを禁止する。

7(vii) 在来の植物および動物の採取又はこれらに対する有害な干渉

在来の植物および動物の採取又はこれらに対する有害な干渉は、その目的のための許可証が適切な議定書付属書 II 第3条の規定に基づき、国内当局から発行されていない限り禁止されている。

7(viii) 許可証の所持者によって本地区に持ち込まれた以外の物の収集および撤去

・許可証に沿う場合のみ物質を採取あるいは除去することができる。ただし科学的にあるいは管理上必要最低限の場合に限る。

・本地区の価値を損なう可能性のある人由来の物質で、許可証の所持者や許可された人物、当局が持ち込んだものではないものは、それを撤去した場合に生じる影響が放置した場合に生じる影響よりも大きい場合を除き、その場所から撤去することができる。その地域からの撤去による影響が放置した場合の影響よりも大きい可能性がある場合、その旨を国内当局に通知しなければならない。

・許可証保持者以外によって持ち込まれたいかなる物品の除去に関し

て、適切な国内当局に通知しなければならない。

7(ix) 廃棄物の処分

し尿を含む全ての廃棄物を本地区から除去すること。

7(x) 管理計画の目的達成の継続に必要な措置

1)本地区への立入許可証は、科学的モニタリングや現地査察活動を行う場合に発給される。当該活動には分析や検討評価、保護措置のためのデータ収集が含まれる。

2)長期モニタリングのためのサイトはいずれも現地および地図において適切に表示するものとする。

3)特定の科学調査用の電磁波周波数帯で、干渉からの特別な保護が保証されている場合、本地区内の活動中締約国に通知する必要がある。その周波数帯以外の電磁波ノイズの発生はできる限り抑えなければならない。

4)許可証に沿った内容である場合、また、了承された周波数帯と出力レベル以外での意図的な電磁波ノイズの発生は禁止されている。

7(x) 報告要件

・締約国は許可証の代表保持者が、実施した活動について適切な国内当局に報告書を提出することを確約する。この報告書には必要に応じ、南極特別保護地区管理計画準備ガイドラインに記載された訪問報告書が示す事項を含むようにする。

・締約国はこれらの活動の記録を保管し、自国の管轄対象者が行った活動について管理計画の効果を評価するに足る内容の要約を毎年の情報交換の中で提供するものとする。締約国は可能な限り利用記録を保管し、管理計画の見直し及び本地区における科学的活動の実施に役立つよう、報告書の原本あるいは写しを公的に利用可能な公文書保管所に保管する。

・許可証で許可されていないいかなる活動、実施された措置、持ち込まれた後撤去されていない物品は、これにつき適切な当局に通知するものとする。報告漏れがある場合も、いっさい当局に報告するものとする。

8.参考文献

- Anyamba, E., Williams, E., Susskind, J., Fraser-Smith, A. & Fullerkrug, M. 2000. The Manifestation of the Madden-Julian Oscillation in Global Deep Convection and in the Schumann Resonance Intensity. *American Meteorology Society* 57(8): 1029–44.
- Behrendt, J. C., Saltus, R., Damaske, D., McCafferty, A., Finn, C., Blankenship, D.D. & Bell, R.E. 1996. Patterns of Late Cenozoic volcanic tectonic activity in the West Antarctic rift system revealed by aeromagnetic surveys. *Tectonics* 15: 660–76.
- Clilverd, M.A., Rodger, C.J., Thomson, N.R., Brundell, J.B., Ulich, Th., Lichtenberger, J., Cobbett, N., Collier, A.B., Menk, F.W., Seppl,

- A., Verronen, P.T., & Turunen, E. 2009. Remote sensing space weather events: the AARDDVARK network. *Space Weather* 7 (S04001). DOI: 10.1029/2008SW000412.
- Connor, B.J., Bodeker, G., Johnston, P.V., Kreher, K., Liley, J.B., Matthews, W.A., McKenzie, R.L., Struthers, H. & Wood, S.W. 2005. Overview of long-term stratospheric measurements at Lauder, New Zealand, and Arrival Heights, Antarctica. American Geophysical Union, Spring Meeting 2005.
- Deutscher, N.M., Jones, N.B., Griffith, D.W.T., Wood, S.W. and Murcray, F.J. 2006. Atmospheric carbonyl sulfide (OCS) variation from 1992-2004 by ground-based solar FTIR spectrometry. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 6: 1619–36.
- Fraser-Smith, A.C., McGill, P.R., Bernardi, A., Helliwell, R.A. & Ladd, M.E. 1991. Global Measurements of Low-Frequency Radio Noise in Environmental and Space Electromagnetics (Ed. H. Kikuchi). Springer-Verlag, Tokyo.
- Fraser-Smith, A.C. & Turtle, J.P. 1993. ELF/VLF Radio Noise Measurements at High Latitudes during Solar Particle Events. Paper presented at the 51st AGARD-EPP Specialists meeting on ELF/VLF/LF Radio Propagation and Systems Aspects. Brussels, Belgium; 28 Sep – 2 Oct, 1992.
- M. Füllekrug, M. 2004. Probing the speed of light with radio waves at extremely low frequencies. *Physical Review Letters* 93(4), 043901: 1-3.
- Füllekrug, M. 2010. Wideband digital low-frequency radio receiver. *Measurement Science and Technology*, 21, 015901: 1-9. doi:10.1088/0957-0233/21/1/015901.
- Füllekrug, M. & Fraser-Smith, A.C. 1996. Further evidence for a global correlation of the Earth-ionosphere cavity resonances. General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics No. 21, Boulder, Colorado, USA.
- Füllekrug, M. & Fraser-Smith, A.C. 1997. Global lightning and climate variability inferred from ELF magnetic field variations. *Geophysical Research Letters* 24(19): 2411.
- Füllekrug, M., Fraser-Smith, A.C., Bering, E.A. & Few, A.A. 1999. On the hourly contribution of global cloud-to-ground lightning activity to the atmospheric electric field in the Antarctic during December 1992. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 61: 745-50.
- Füllekrug, M., Fraser-Smith, A.C. & Schlegel, K. 2002. Global ionospheric D-layer height monitoring. *Europhysics Letters* 59(4): 626.
- Hay, T., Kreher, K., Riedel, K., Johnston, P., Thomas, A. & McDonald, A. 2007. Investigation of Bromine Explosion Events in

McMurdo Sound, Antarctica. Geophysical Research Abstracts. Vol. 7.

Hernandez, G. & Roble, R.G. 2003. Simultaneous thermospheric observations during the geomagnetic storm of April 2002 from South Pole and Arrival Heights, Antarctica. Geophysical Research Letters 30 (10): 1511.

Keys, J.G., Wood, S.W., Jones, N.B. & Murcray, F.J. 1998. Spectral Measurements of HCl in the Plume of the Antarctic Volcano Mount Erebus. Geophysical Research Letters 25 (13): 2421–24.

Klein, A.G., Kennicutt, M.C., Wolff, G.A., Sweet, S.T., Gielstra, D.A. & Bloxom, T. 2004. Disruption of Sand-Wedge Polygons at McMurdo Station Antarctica: An Indication of Physical Disturbance. 61st Eastern Snow Conference, Portland, Maine, USA.

Kohlhepp, R., Ruhnke, R., Chipperfield, M.P., De Mazière, M., Notholt, J., & 46 others 2012. Observed and simulated time evolution of HCl, ClONO₂, and HF total column abundances, Atmospheric Chemistry & Physics 12: 3527-56.

Kremser, S., Jones, N.B., Palm, M., Lejeune, B., Wang, Y., Smale, D. & Deutscher, N.M. 2015. Positive trends in Southern Hemisphere carbonyl sulfide, Geophysical Research Letters 42: 9473–80.

Kyle, P. 1981. Mineralogy and Geochemistry of a Basanite to Phonolite Sequence at Hut Point Peninsula, Antarctica, based on Core from Dry Valley Drilling Project Drillholes 1,2 and 3. Journal of Petrology. 22 (4): 451 – 500.

Kuttippurath, J., Goutail, F., Pommereau, J.-P., Lefèvre, F., Roscoe, H.K., Pazmiño A., Feng, W., Chipperfield, M.P., & Godin-Beekmann, S. 2010. Estimation of Antarctic ozone loss from ground-based total column measurements. Atmospheric Chemistry and Physics 10: 6569–81.

Levin, C., Veidt, C., Vaughn, B.H., Brailsford, G., Bromley, T., Heinz, R., Lowe, D., Miller, J.B., Poß, C. & White, J.W.C. 2012 No inter-hemispheric $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ trend observed. Nature 486: E3–E4.

Mazzera, D. M., Lowenthal, D. H., Chow, J. C. & Watson, J. G. 2001. Sources of PM₁₀ and sulfate aerosol at McMurdo station, Antarctica. Chemosphere 45: 347–56.

McDonald, A.J., Baumgaertner, A.J.G., Fraser, G.J., George, S.E. & Marsh, S. 2007. Empirical Mode Decomposition of the atmospheric wave field. Annals of Geophysics 25: 375–84.

Monaghan, A.J. & Bromwich, D.H. 2005. The Climate of the McMurdo, Antarctica, Region as Represented by One Year Forecasts from the Antarctic Mesoscale Prediction System. Journal of Climate. 18, pp. 1174–89.

Nichol, S.E., Coulmann, S. & Clarkson, T.S. 1991. Relationship of springtime ozone depletion at Arrival Heights, Antarctica, to the 70 HPA temperatures. Geophysical Research Letters 18 (10): 1865–68.

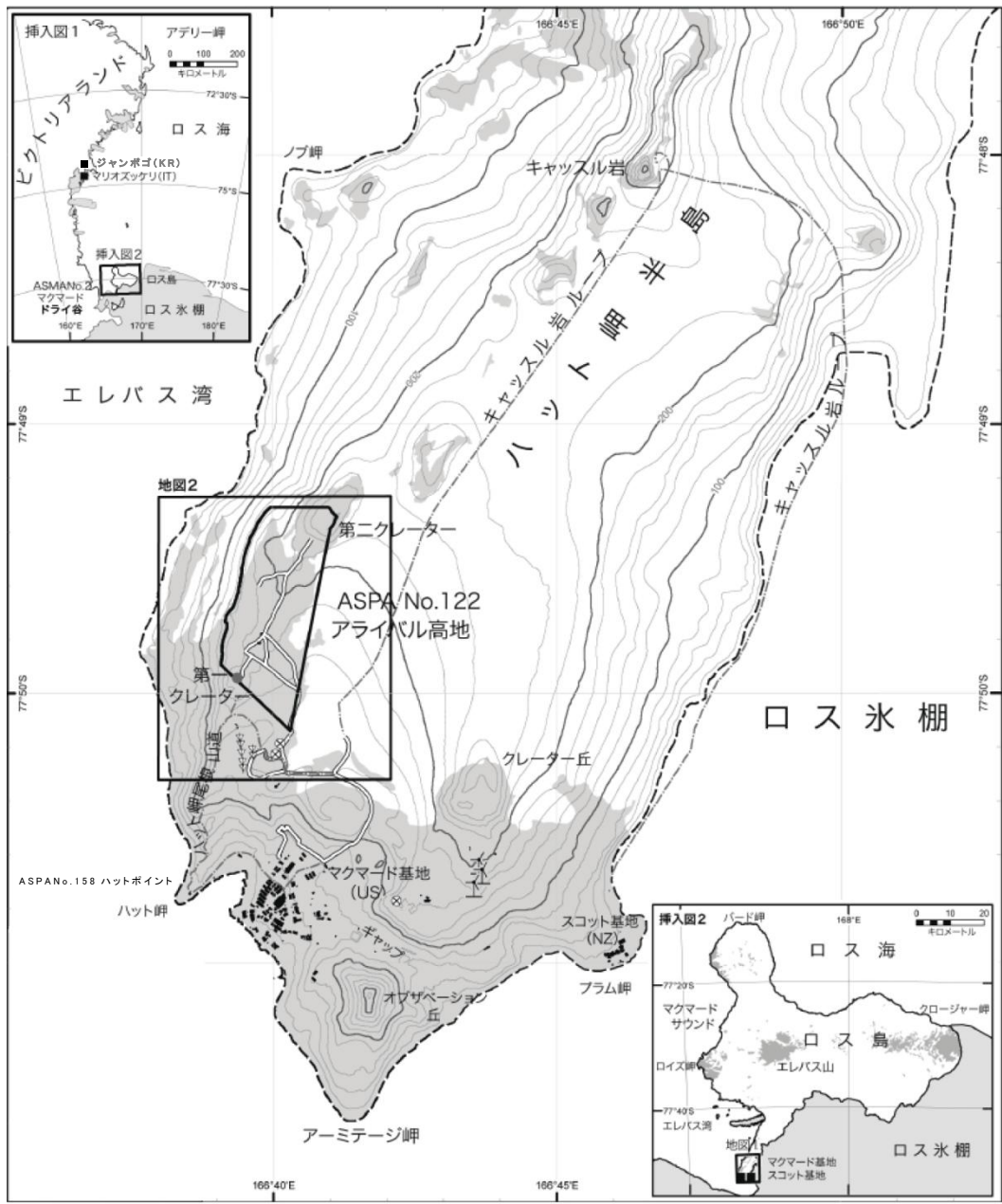
- Oltmans, S.J., Johnson, B.J. & Helmig, D. 2008. Episodes of high surface-ozone amounts at South Pole during summer and their impact on the long-term surface-ozone variation. *Atmospheric Environment* 42: 2804–16.
- Riedel, K., Kreher, K., Nichol, S. & Oltmans, S.J. 2006. Air mass origin during tropospheric ozone depletion events at Arrival Heights, Antarctica. *Geophysical Research Abstracts* 8.
- Risi, C., Noone, D., Worden, J., Frankenberg, C., Stiller, G., & 25 others 2012. Process-evaluation of tropospheric humidity simulated by general circulation models using water vapor isotopologues: 1. Comparison between models and observations. *Journal of Geophysical Research* 117: D05303 .
- Rodger, C. J., Brundell, J.B., Holzworth, R.H. & Lay, E.H. 2009. Growing detection efficiency of the World Wide Lightning Location Network. *American Institute of Physics Conference Proceedings* 1118: 15-20. DOI:10.1063/1.3137706.
- Schlegel, K. & Fullekrug, M. 1999. Schumann resonance parameter changes during high-energy particle precipitation. *Journal of Geophysical Research* 104 (A5): 10111-18.
- Schofield, R., Johnston, P.V., Thomas, A., Kreher, K., Connor, B.J., Wood, S., Shooter, D., Chipperfield, M.P., Richter, A., von Glasow, R. & Rodgers, C.D. 2006. Tropospheric and stratospheric BrO columns over Arrival Heights, Antarctica, 2002. *Journal of Geophysical Research* 111: 1–14.
- Sinclair, M.R. 1988. Local topographic influence on low-level wind at Scott Base, Antarctica. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*. 31: 237–45.
- Skotnicki, M.L., Ninham, J.A. & Selkirk P.M. 1999. Genetic diversity and dispersal of the moss *Sarcocaulum glaciale* on Ross Island, East Antarctica. *Molecular Ecology* 8: 753-62.
- Stefano, J.E. 1992. Application of Ground-Penetrating Radar at McMurdo Station, Antarctica. Presented at the Hazardous Materials Control Research Institute federal environment restoration conference, Vienna, USA, 15-17 April 1992.
- Struthers, H., Kreher, K., Austin, J., Schofield, R., Bodeker, G., Johnston, P., Shiona, H. & Thomas, A. 2004. Past and future simulations of NO₂ from a coupled chemistry-climate model in comparison with observations. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 4: 4545–79.
- Tauxe, L., Gans, P.B. & Mankinen, E.A. 2004. Paleomagnetic and ⁴⁰Ar/³⁹Ar ages from Matuyama/Brunhes aged volcanics near McMurdo Sound, Antarctica. *Geochemical Geophysical Geosystems* 5 (10): 1029.
- Vigouroux, C., De Mazière, M., Errera, Q., Chabrillat, S., Mahieu, E.,

Duchatelet, P., Wood, S., Smale, D., Mikuteit, S., Blumenstock, T., Hase, F., & Jones, N. 2007. Comparisons between ground-based FTIR and MIPAS N₂O and HNO₃ profiles before and after assimilation in BASCOE. *Atmospheric Chemistry & Physics* 7: 377-96. .

Wood, S.W., Batchelor, R.L., Goldman, A., Rinsland, C.P., Connor, B.J., Murcray, F.J., Stephan, T.M. & Heuff, D.N. 2004. Ground-based nitric acid measurements at Arrival Heights, Antarctica, using solar and lunar Fourier transform infrared observations. *Journal of Geophysical Research* 109: D18307.

Wright, I.M., Fraser, B.J., & Menk F.W. 1998. Observations of polar cap arc drift motion from Scott Base S-RAMP Proceedings of the AIP Congress, Perth, September 1998.

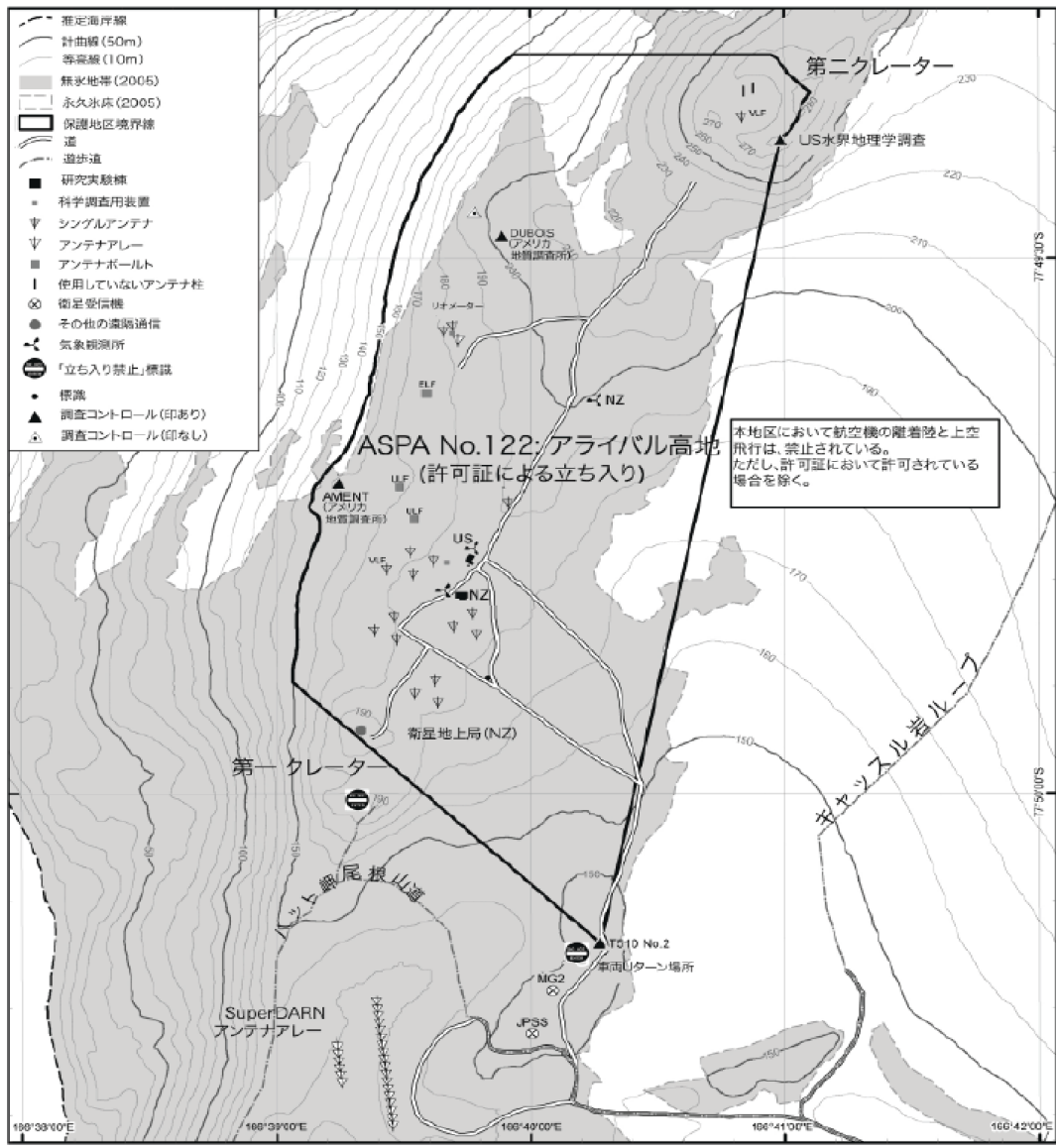
Zeng, G., Wood, S.W., Morgenstern, O., Jones, N.B., Robinson, J., & Smale, D. 2012. Trends and variations in CO, C₂H₆, and HCN in the Southern Hemisphere point to the declining anthropogenic emissions of CO and C₂H₆, *Atmospheric Chemistry & Physics* 12: 7543-55.



地図1:第122南極特別保護地区(ASP)アライバル高地 地域概要

- | | | | | |
|--|--|---|--|---------------------------|
| <p>2010年1月25日現在
アラスカ自然保護局
エンバロンシステムサービス・アラスカ</p> <p></p> | <p>— 境界線</p> <p>— 計画線 (100m)</p> <p>— 等高線 (20m)</p> <p>■ 永久氷床 (2006)</p> | <p>— 保護地区境界</p> <p>— 道路</p> <p>— 遊歩道</p> <p>■ 遊歩道</p> | <p>▲ SuperDARN
アンテナブレイ</p> <p>⊗ 観測設備</p> <p>⊙ 観測設備</p> <p>✈ 風力タービン</p> | <p>0 0.5 1
キロメートル</p> |
|--|--|---|--|---------------------------|

投影法:ランベルト等角円錐図法
 CM 166°45'; SP1 -77°40'; SP2 -78°00'; LO -77°50'
 測地系:WGS84データは2m DEM, 等高線間隔20m.
 建物:RPSC調査(2009年2月)
 特徴:USAP (2009年2月) & ERA (2009年11月)をデジタル化
 フィールド調査・遊歩道:FGCフィールド調査(2009年)
 永久氷床:Quickbirdによる正射写真をデジタル化(2005年10月15日)
 (画像 © 2005 Digital Globe; NGA Commercial Imagery Program)
 ASPA境界線は管理計画を基に作成(2010年)



2016年11月20日
 アライバル高地プログラム
 エシカル・環境・安全・健康・安全・管理



第122南極特別保護地区(ASPА)アライバル高地
 地図2: 南極特別保護地区(ASPА)境界線及び地形

注意: 地表のケーブルはアライバル高地全域に張り巡らされているが、本地図には表示されていない。これらのケーブルに損害を与えないよう注意を払うこと。



地形図: 5万分の1地形図
 第一クレーター DEM: 等高線間隔 10m
 衛星: USAT (2008年2月) ERA (2008年11月) フィールド観測によるGPSデータ
 衛星画像: 2007年10月撮影 (2008年)
 永久氷床: Quikbird による衛星写真データ
 (2008年10月15日)
 国産02905 Digital Globe; NGA Commercial Imagery Program
 ASPA 境界線管理計画に基づき作成 (2016年)