



幌延町北進地区および開進地区における地表部 および浅層ボーリング孔のガス測定

Gas Measurements of Ground Surface Part and Shallow Boreholes
in the Hokushin Area and the Kaishin Area, Horonobe, Northern Hokkaido

阿部 寛信 高橋 一晴 藤島 敦

Hironobu ABE, Kazuharu TAKAHASHI and Atsushi FUJISHIMA

地層処分研究開発部門
幌延深地層研究ユニット

Horonobe Underground Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate

July 2009

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2009

幌延町北進地区および開進地区における地表部および浅層ボーリング孔のガス測定

日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門

幌延深地層研究ユニット

阿部 寛信・高橋 一晴^{*}・藤島 敦⁺

(2009年5月14日受理)

幌延深地層研究計画においては、地質・地質構造に関する調査の一環として、研究所設置区域およびその周辺地域における岩盤の地質学的不均質性および物質の移動経路として重要な構造（断層など）を把握するための調査を実施している。

本研究ではその研究の一環として、構造を推定するための手法の一つとしてのガス測定が有効であるかを検討するため、研究所設置地区である幌延町北進地区を中心にメタンガス・二酸化炭素ガス量の測定を行い、ガス量の分布と大曲断層の分布との関係について検討した。その結果、大曲断層の推定位置周辺で二酸化炭素ガス量が多い傾向が認められた。

本稿は、2002～2006年度に北進地区および開進地区において行ったガス測定について、測定方法および測定結果を取りまとめたものである。

幌延深地層研究センター（駐在）：〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2

※技術開発協力員（現日鉄鉱業）

+ 研究開発総括ユニット

Gas Measurements of Ground Surface Part and Shallow Boreholes in the Hokushin Area and
the Kaishin Area, Horonobe, Northern Hokkaido

Hironobu ABE, Kazuharu TAKAHASHI* and Atsushi FUJISHIMA⁺

Horonobe Underground Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate
Japan Atomic Energy Agency
Horonobe-cho, Teshio-gun, Hokkaido

(Received May 14, 2009)

We are carrying out a geological survey to understand important geological structure as geological heterogeneity and migration pathway of material in the bedrock of around the URL area. This report summarizes method and the result of gas measurements, carried out in the Hokushin area and the Suwanosawa area, a period of the FY 2002 to FY 2006.

We have investigated gas concentrations of CH₄ and CO₂ (methane and carbon dioxide) along the Omagari fault, and discussed correlations between the gas concentrations and the Omagari fault. The high amount of CO₂ gas concentration were observed around the Omagari Fault.

Keywords: Omagari Fault, Methane (CH₄) Gas, Carbon Dioxide (CO₂) Gas

* Collaborating Engineer

+ Research and Development Integration Unit

目次

1. はじめに	1
2. 測定状況	7
2.1 測定機器	7
2.2 測定場所	7
2.3 測定方法	8
3. 測定結果	20
3.1 地表部でのガス測定結果	20
3.2 浅層ボーリング孔でのガス測定結果	20
3.3 ガス量の経時変化	20
3.4 大曲断層の位置との関係	20
4. 測定時の問題とその改善	31
4.1 地表部および浅層ボーリング孔でのメタンガス測定時の問題とその改善	31
4.2 二酸化炭素ガス測定時の問題とその改善	31
4.3 ロガーの問題とその改善	31
5. まとめ	34
謝辞	34
参考文献	35

Contents

1. Introduction 1

2. Outline of gas measurement 7

 2.1 Equipments of gas measurement7

 2.2 Location of gas measurement 7

 2.3 Method of gas measurement 8

3. Results of gas measurement 20

 3.1 Result of the gas measurement at the surface 20

 3.2 Result of the gas measurement in the shallow boreholes 20

 3.3 Gas amount change with time 20

 3.4 Relationship 20

4. Problem and improvement 31

 4.1 Problems during the CH₄ gas measurements at the surface and in the shallow boreholes,
 and improvement 31

 4.2 Problems during the CO₂ gas measurement of GV-100 improvement 31

 4.3 Problems of the logger and improvement 31

5. Conclusions 34

Acknowledgments 34

References 35

図表一覧

- 図 1-1 北海道幌延町の地質図および浅層ボーリング孔位置図
- 図 1-2 地表踏査で確認される油徴
- 図 2-1 メタンガス・二酸化炭素ガス測定装置
- 図 2-2 気体採取器 GV-100 と検出管
- 図 2-3 浅層ボーリング孔の断面図（町道北進 6 号線）
- 図 2-4 浅層ボーリング孔の断面図（諏訪沢林道）
- 図 2-5 浅層ボーリング孔の断面図（町道北進 1 号線）
- 図 2-6 浅層ボーリング孔の断面図（町道北進 8 号線）
- 図 2-7 浅層ボーリング孔の断面図（北進林道）
- 図 2-8 観測孔仕上げの例（H15-1-1）
- 図 2-9 地表部におけるガス測定状況・測定器具(a)と測定イメージ図(b)
- 図 2-10 浅層ボーリング孔における測定状況(a)と測定イメージ図(b)
- 図 3.2-1 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の測定結果(1/7)～(7/7)
- 図 3.2-2 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の平均値と大曲断層推定位置との関係
- 図 4.2-1 ガス測定装置と気体採取器（GV-100）から得られた二酸化炭素ガス量の関係
- 図 4.2-2 気体採取器（GV-100）から得られた二酸化炭素ガス量の経時変化

- 表 1-1 幌延町内で報告されている油・ガス徴位置の一覧表
- 表 2-1 ガス測定実施状況一覧
- 表 2-2 地表部におけるガス測定位置および浅層ボーリング孔位置一覧表
- 表 3.2-1 地表部および浅層ボーリング孔のメタンガス量測定結果一覧
- 表 3.2-2 浅層ボーリング孔の二酸化炭素ガス量測定結果一覧
- 表 4.2-1 ガス測定装置と気体採取器（GV-100）から得られた二酸化炭素ガス量測定結果一覧

This is a blank page.

1. はじめに

幌延深地層研究計画においては、地質・地質構造に関する地質調査の一環として、研究所設置区域およびその周辺地域における岩盤の地質学的不均質性および物質の移動経路として重要な構造（断層など）を把握するための調査を実施している。

北海道天北地域は、大正から昭和の初期にかけて、地表の油・ガス徴をもとに探鉱が行われ、深度 1,000m 以浅の稚内層～増幌層の砂岩を対象に増幌油田や豊富ガス田等の小規模油・ガス田が開発された地域である¹⁾。

幌延地域には、物質の移動経路として重要な構造となり得る大規模な不連続構造として、大曲断層が分布している。

既存の情報²⁾によると、大曲断層および大曲断層周辺での背斜軸付近で油・ガス徴が確認されている（図 1-1、図 1-2、表 1-1）。また、基礎試錐「天北」の報告¹⁾では、稚内層・声問層は未熟成帯に区分され、油・ガスの生成はできない地層である。そのため、大曲断層および大曲断層周辺で認められる油・ガス徴は、稚内層より下位の根源岩層で生成した油・ガスが、断層を移動経路として地表まで上昇してきたものである可能性がある。

研究所設置地区がある北進地区では、主に声問層が分布すること、周氷河堆積物の影響などにより、地形が全体的になだらかになっており、断層位置の特定が困難である。また、これまでに実施した空中物理探査³⁾では、放射能探査を実施したものの、大曲断層の推定位置周辺で特に自然放射能が高いなどの傾向は見られなかったため、大曲断層の正確な位置の特定が十分になされていない。このことから、ガス徴の分布を捉えることが、大曲断層の位置を推定する手法の一つとして有効であるかを検討するため、2002 年度から大曲断層の推定位置周辺でガス測定（メタンガス、二酸化炭素ガス）を実施した。

本稿は、2002～2006 年度に研究所設置地区および開進地区諏訪沢林道において行ったガス測定について、測定方法および測定結果を取りまとめたものである。

This is a blank page.

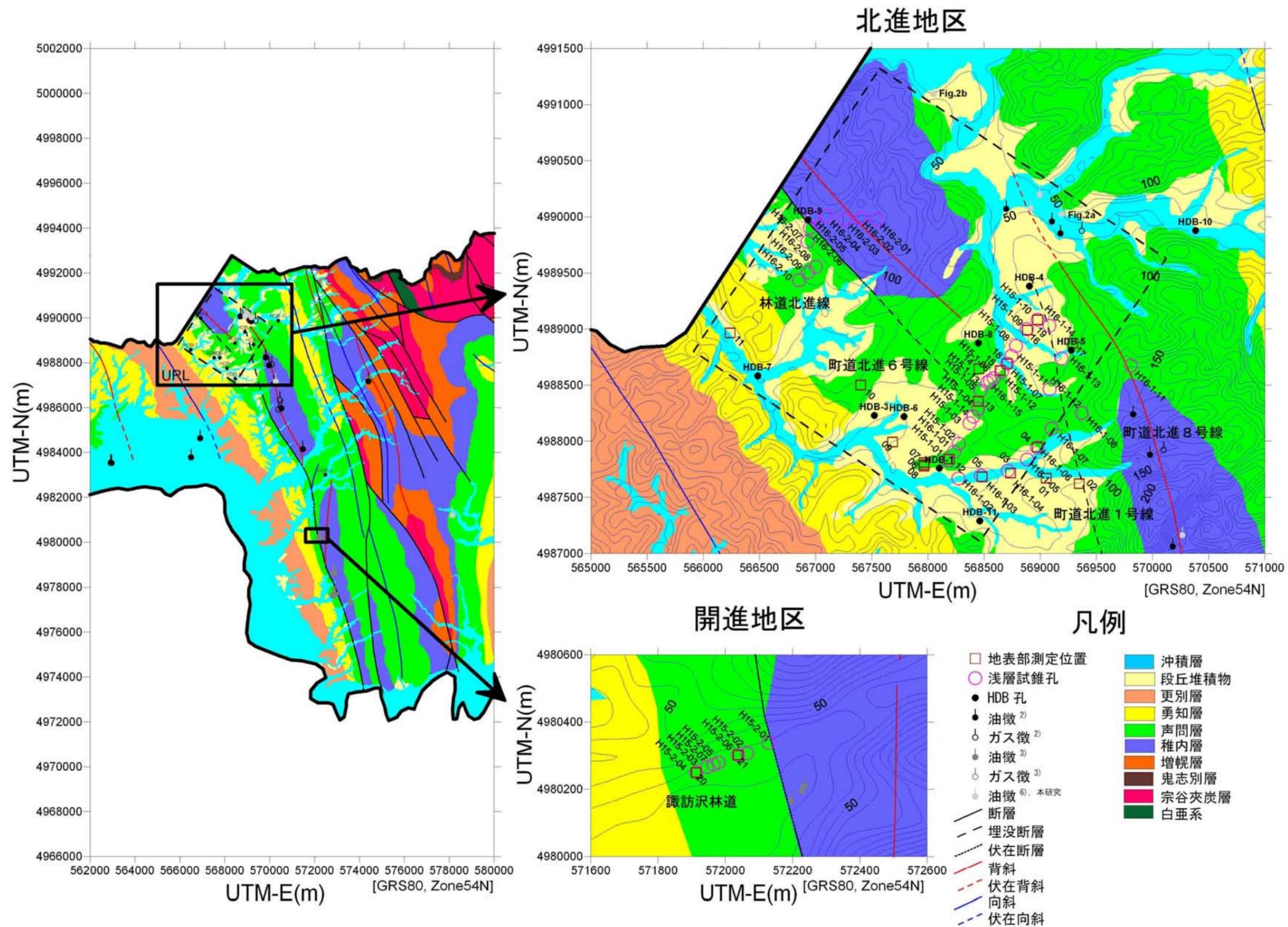


図 1-1 北海道幌延町の地質図および浅層ボーリング孔位置図
 (図中の地形図情報は国土地理院発行の数値地図 50m メッシュを使用して作成)

表 1-1 幌延町内で報告されている油・ガス徴位置の一覧表

UTM-N(m) [GRS80, Zone54N]	UTM-E(m) [GRS80, Zone54N]	油徴・ガス徴	文献	備考
4983545	562922	ガス徴	長尾(1960)*	
4985910	570395	ガス徴	長尾(1960)*	
4989876	569372	ガス徴	長尾(1960)*	
4987922	570100	ガス徴	長尾(1960)*	
4986339	570464	ガス徴	長尾(1960)*	
4990069	568698	油徴	長尾(1960)*	
4989958	569104	油徴	長尾(1960)*	
4989853	569181	油徴	長尾(1960)*	
4988240	569827	油徴	長尾(1960)*	
4987879	569977	油徴	長尾(1960)*	
4987061	570180	油徴	長尾(1960)*	
4985962	570524	油徴	長尾(1960)*	
4984146	571484	油徴	長尾(1960)*	
4984633	566904	油徴	長尾(1960)*	
4983785	566496	油徴	長尾(1960)*	
4983528	562952	油徴	長尾(1960)*	
4987177	574402	油徴	長尾(1960)*	
4978603	572821	ガス徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4980210	572236	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4980195	572227	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4980165	572195	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4978645	572871	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4978657	572903	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4977678	572929	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4977647	572856	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4977632	572832	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4977618	572815	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4977331	573594	油徴	動力炉・核燃料開発事業団(1987)*	
4981204	578140	油徴	高畑ほか(2004)	調査ルート4: 露頭番号 No.52, 53
4987163	570267	油徴	高畑ほか(2004)	調査ルート2: 露頭番号 No.17
4990197	568994	油徴	高畑ほか(2004)	調査ルート1: 露頭番号No.35 to 37
4990025	569192	油徴	高畑ほか(2004)	調査ルート1: 露頭番号 No.43 to 46, 図1-2a
4990073	568916	油徴	本研究	
4991093	568051	油徴	本研究	図.1-2b

*油・ガス徴の位置^{1,2)}については、地形図などから判読したため、数十 m の誤差を生じている可能性がある



図 1-2 地表踏査で確認される油徴

a : 南沢の露頭で観察される油徴⁴⁾

b : 下エベコロベツ川の凝灰岩を挟む露頭で観察される油徴
(露頭の位置については、図 1-1 および表 1-1 を参照)

2. 測定状況

2.1 測定機器

2002～2006年度にかけてのガス測定の実施状況を表 2-1 に示す。2002～2004年度のメタンガス測定は、国立環境研究所から貸与された、開発中のプロトタイプメタンガス測定装置を用いて実施した。2005～2006年度は、国立環境研究所で開発し、市販されたメタンガス・二酸化炭素ガス測定装置を用いて実施した（図 2-1）。この装置は、メタンガスおよび二酸化炭素ガス濃度を同時に測定することが可能である。

二酸化炭素ガスの測定は、2004年度に開始した。国立環境研究所から貸与されたメタンガス測定装置にも二酸化炭素ガスの検出器が備わっているものの、この検出器の高濃度側の測定限界が1,000ppmであり、測定の中で、検出限界を超える孔があることが分かった。そのため、2004年度は、気体採取器 GV-100（株式会社ガステック社製）を用いて測定を実施した（図 2-2）。

2005～2006年度は、市販されたメタンガス・二酸化炭素ガス測定装置を用いて実施した（図 2-1）。この装置は、二酸化炭素の検出限界が大幅に上がったために、気体採取器 GV-100 を用いなくとも測定が可能になった。なお、同装置は内蔵するポンプにより、孔内の二酸化炭素ガスを大気レベルにすることが可能である。

2.2 測定場所

測定場所は、幌延町北進地区の地表部 17 箇所（2002 年度）、北進地区の地表部 2 箇所、浅層ボーリング孔 14 箇所および開進地区の地表部 2 箇所、浅層ボーリング孔 7 箇所（2003 年度）、北進地区の浅層ボーリング孔 37 箇所および開進地区の浅層ボーリング孔 7 箇所（2004～2006 年度）である（図 1-1、表 2-2）。浅層ボーリング孔は、大曲断層周辺の地質層序および地質構造について取りまとめ、大曲断層の地表位置を検討するために 2003 年度、2004 年度に大曲断層の推定位置を横断するルートで実施した簡易ボーリング調査^{4,5)}の際に掘削したボーリング孔を観測孔として加工したものである。

2003 年度に実施した簡易ボーリング調査による浅層ボーリング孔の断面図⁴⁾を図 2-3（2004 年度実施⁵⁾の H16-1-01 孔および H16-1-15 孔を追記）および図 2-4 に、2004 年度に実施した簡易ボーリング調査⁵⁾による浅層ボーリング孔の断面図を図 2-5、2-6、2-7 に示す。

北進地区に掘削された浅層ボーリング孔の地層は、強風化／風化を受けた未固結の角礫状の泥岩が主体である^{4,5)}。この角礫層は、周氷河性の段丘堆積物と考えられる。一部のボーリング孔では、風化を受けた角礫状泥岩の下位の珪藻質泥岩（声問層）に達している。

開進地区に掘削された浅層ボーリング孔の地層は、珪藻質泥岩（声問層）、砂岩・砂質シルト岩（勇知層）が主体である⁴⁾。

ガス測定に用いた浅層ボーリング孔は、上述の簡易ボーリング調査終了後に観測孔として加工したものをを用いた。2003 年度の設置方法は、掘削終了後、φ100mm で拡孔後、塩ビ管を孔底まで建て込んだ。塩ビ管は、VP65 型（内径 67mm、外形 76mm）で、孔底から上部 2m 区間は有孔（スリット）塩ビ管を、その上は無孔塩ビ管を使用した。2004 年度の設置方法は、掘削終了後、掘削終了後、φ66mm で拡孔後、塩ビ管を孔底まで建て込んだ。塩ビ管は、VP50 型（内径 51mm、外形 60mm）で、孔底から上部 1m 区間は有孔（スリット）塩ビ管を、その上は無孔塩ビ管を使用した。また、塩ビ管は、ねじ繋ぎとした^{4,5)}。観測孔の仕上げは、地表からの流入水が入らないように口元をコンクリートで止水をした。また、上部深度からの流入水が進入しないように、スリットの上 1m から口元まではベントナイトペレットで充填した。孔底から上 3m まではマメ砂利で充填した（図 2-8）^{4,5)}。

2.3 測定方法

測定は、2002年11月、2003年11月、2004年11月に実施した。また、2005年9月～2006年11月にかけては、おおむね1回/月のペースで実施した（冬期を除く）。

地表部でのガス測定は、表土を数cm剥いだ場所に装置を設置して、10～45分の間、ガスを溜めてから測定を実施した（図2-9）。

浅層ボーリング孔での測定では、地下水面の約1m上までガスの吸引口を降ろして測定を実施した（図2-10）。その際、地下水面がガス測定装置の採取チューブの長さよりも深いボーリング孔については、採取チューブを最大にのばした状態で測定を実施した。

表 2-1 ガス測定実施状況一覧

調査年度	測定項目		測定場所	測定期間
	メタンガス	二酸化炭素		
2002	○*	×	北進地区(地表部21箇所)	2002/11
2003	○*	×	北進地区(浅層試錐孔14箇所および地表部2箇所) 開進地区(浅層試錐孔7箇所および地表部2箇所)	2003/11
2004	○*	○**	北進地区(浅層試錐孔37箇所) 開進地区(浅層試錐孔7箇所)	2004/11~2005/3
2005	○	○	北進地区(浅層試錐孔37箇所) 開進地区(浅層試錐孔7箇所)	2005/9~2006/3
2006	○	○	北進地区(浅層試錐孔37箇所) 開進地区(浅層試錐孔7箇所)	2006/4~2006/11

*国立環境研究所から貸与を受けたプロトタイプ装置を使用

**ガステックス社製の気体採取器 GV-100 を使用

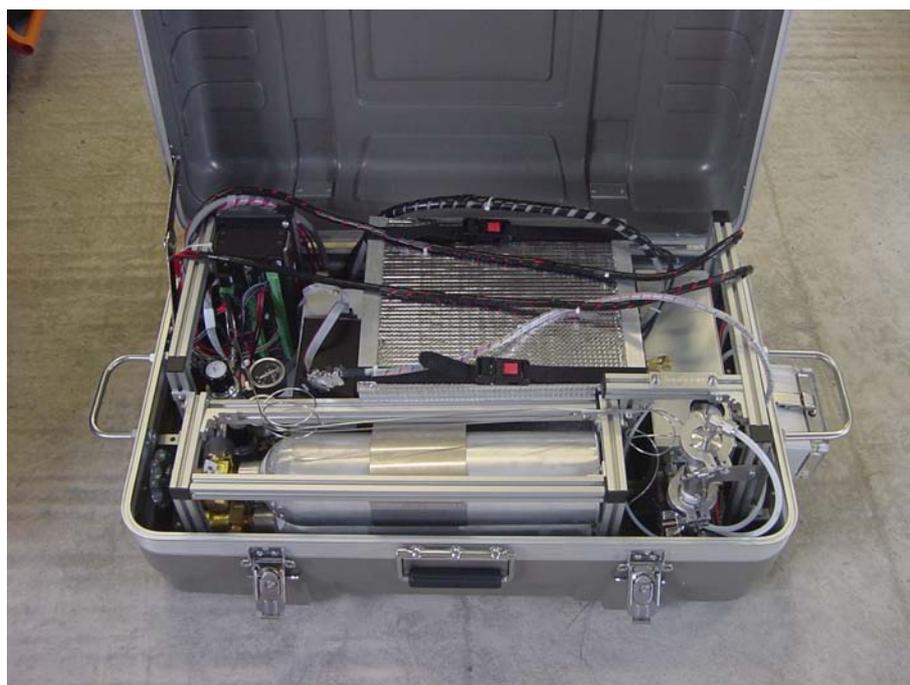


図 2-1 メタンガス・二酸化炭素ガス測定装置



図 2-2 気体採取器 GV-100 と検出管

表 2-2 地表部におけるガス測定位置および浅層ボーリング孔位置^{4,5)}一覧表

UTM-N(m) [GRS80, Zone54N]	UTM-E(m) [GRS80, Zone54N]	測定地点	文献	備考
4987671	569053	Site-01	本研究	
4987622	569347	Site-02	本研究	
4987717	568737	Site-03	本研究	
4987948	568976	Site-04	本研究	
4987684	568482	Site-05	本研究	
4987789	567969	Site-06	本研究	
4987811	567964	Site-07	本研究	
4987778	567964	Site-08	本研究	
4987993	567686	Site-09	本研究	
4988502	567401	Site-10	本研究	
4988965	566239	Site-11	本研究	
4987841	568191	Site-12	本研究	
4988356	568450	Site-13	本研究	
4988646	568454	Site-14	本研究	
4988630	568642	Site-15	本研究	
4988990	568885	Site-16	本研究	
4988874	569289	Site-17	本研究	
4988691	568707	Site-18	本研究	H15-1-07傍
4989083	568978	Site-19	本研究	H15-1-10傍
4980250	571913	Site-20	本研究	H15-2-04傍
4980302	572038	Site-21	本研究	H15-2-06傍
4987829	568179	H15-1-01	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4987906	568233	H16-1-01	渡辺(2004)	北進地区町道北進6号線
4987979	568275	H15-1-02	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988160	568370	H15-1-03	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988219	568405	H15-1-14	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988291	568447	H15-1-04	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988449	568468	H15-1-05	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988524	568528	H15-1-13	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988540	568552	H16-1-15	渡辺(2004)	北進地区町道北進6号線
4988562	568586	H15-1-06	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988623	568660	H15-1-12	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988691	568707	H15-1-07	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988759	568743	H15-1-11	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988850	568784	H15-1-08	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4988998	568880	H15-1-09	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4989083	568978	H15-1-10	高畑ほか(2004)	北進地区町道北進6号線
4980338	572128	H15-2-01	高畑ほか(2004)	開進地区諏訪沢林道
4980307	572065	H15-2-02	高畑ほか(2004)	開進地区諏訪沢林道
4980302	572038	H15-2-06	高畑ほか(2004)	開進地区諏訪沢林道
4980280	571979	H15-2-05	高畑ほか(2004)	開進地区諏訪沢林道
4980273	571965	H15-2-07	高畑ほか(2004)	開進地区諏訪沢林道
4980266	571946	H15-2-03	高畑ほか(2004)	開進地区諏訪沢林道
4980250	571913	H15-2-04	高畑ほか(2004)	開進地区諏訪沢林道
4987669	568273	H16-1-02	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4987695	568472	H16-1-03	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4987736	568711	H16-1-04	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4987835	568882	H16-1-05	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4987946	568971	H16-1-06	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4988112	569101	H16-1-07	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4988252	569368	H16-1-08	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4988673	569806	H16-1-11	渡辺(2004)	北進地区町道北進8号線
4988462	569084	H16-1-12	渡辺(2004)	北進地区町道北進8号線
4988737	569190	H16-1-13	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4989029	569081	H16-1-14	渡辺(2004)	北進地区町道北進1号線
4989976	567547	H16-2-01	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4989988	567401	H16-2-02	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4989975	567258	H16-2-03	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4990010	567091	H16-2-04	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4990000	566976	H16-2-05	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4989902	566949	H16-2-06	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4989779	566927	H16-2-07	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4989555	567004	H16-2-08	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4989503	566932	H16-2-09	渡辺(2004)	北進地区北進林道
4989435	566853	H16-2-10	渡辺(2004)	北進地区北進林道

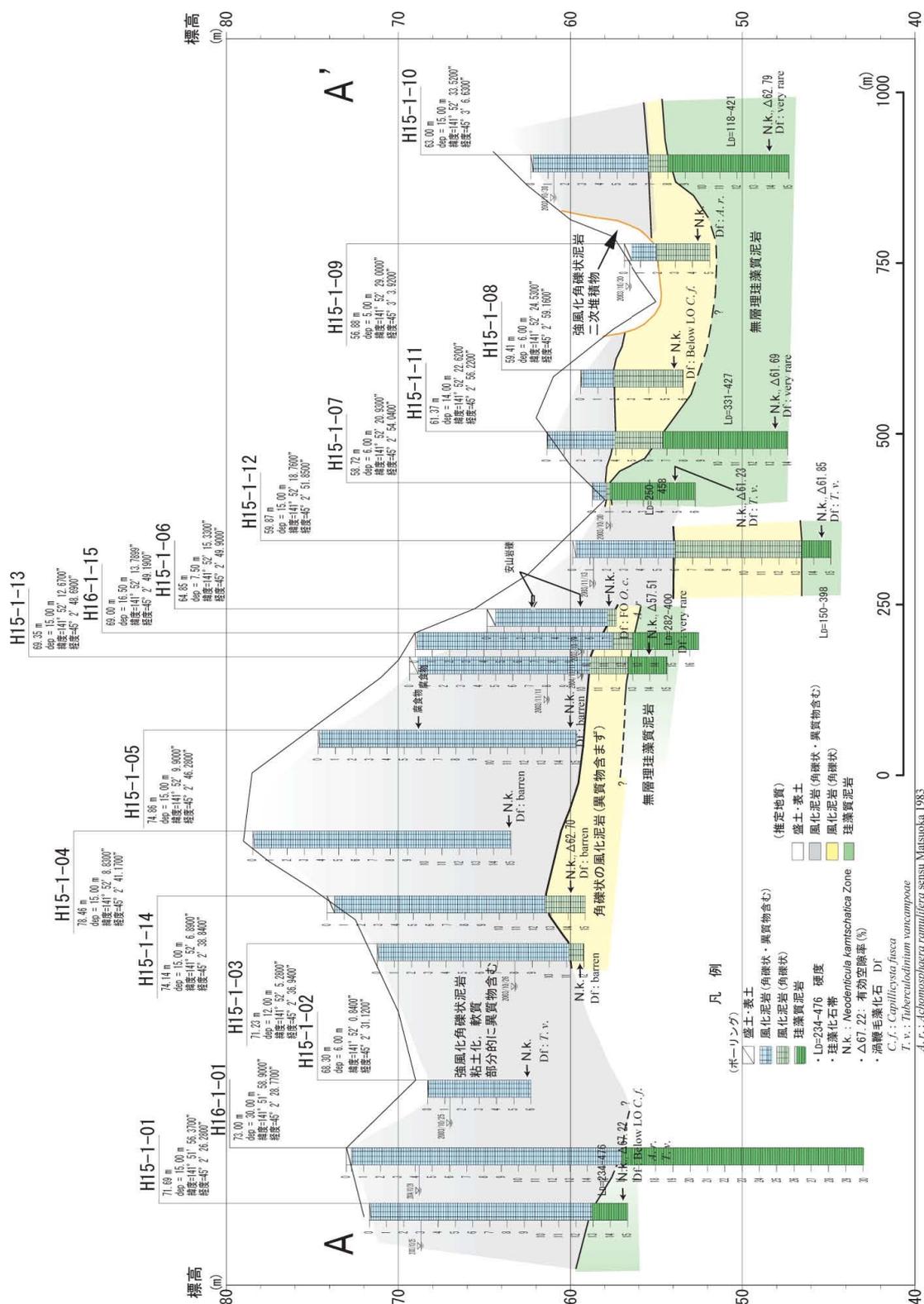


図 2-3 浅層ボーリング孔の断面図 (町道北進6号線) 4) に追記

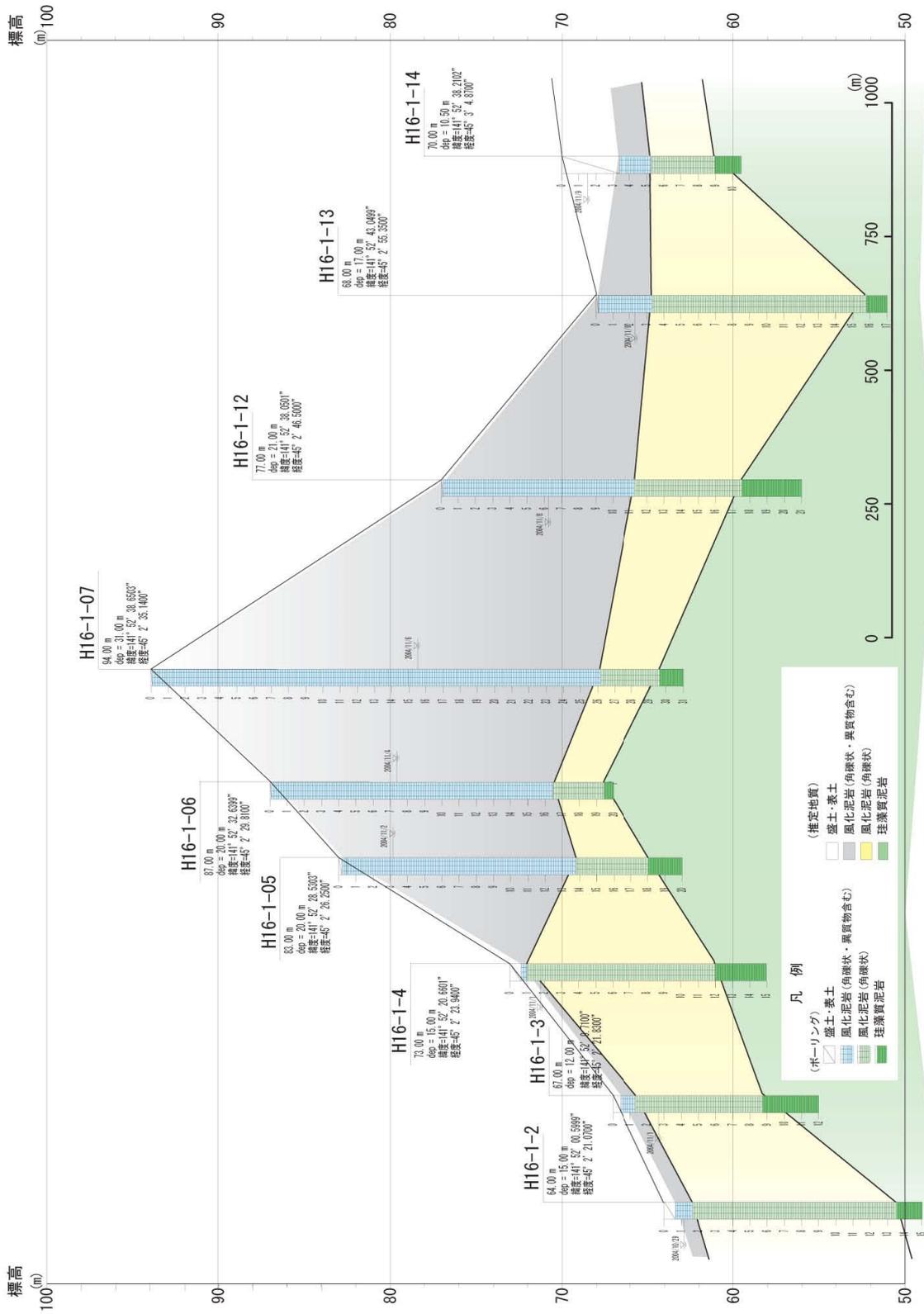


図 2-5 浅層ボーリング孔の断面図 (町道北進 1 号線)

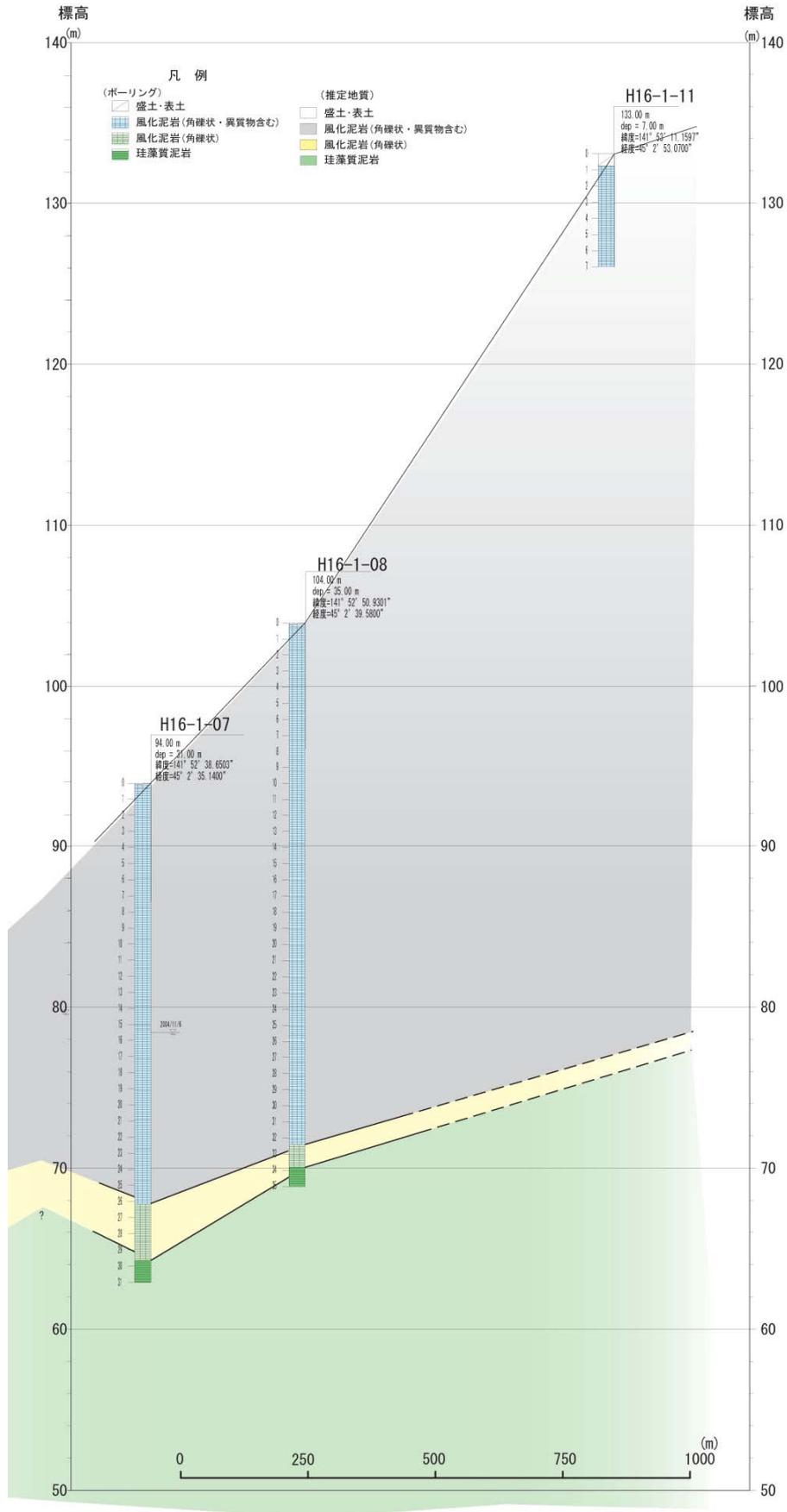


図 2-6 浅層ボーリング孔の断面図 (町道北進8号線)

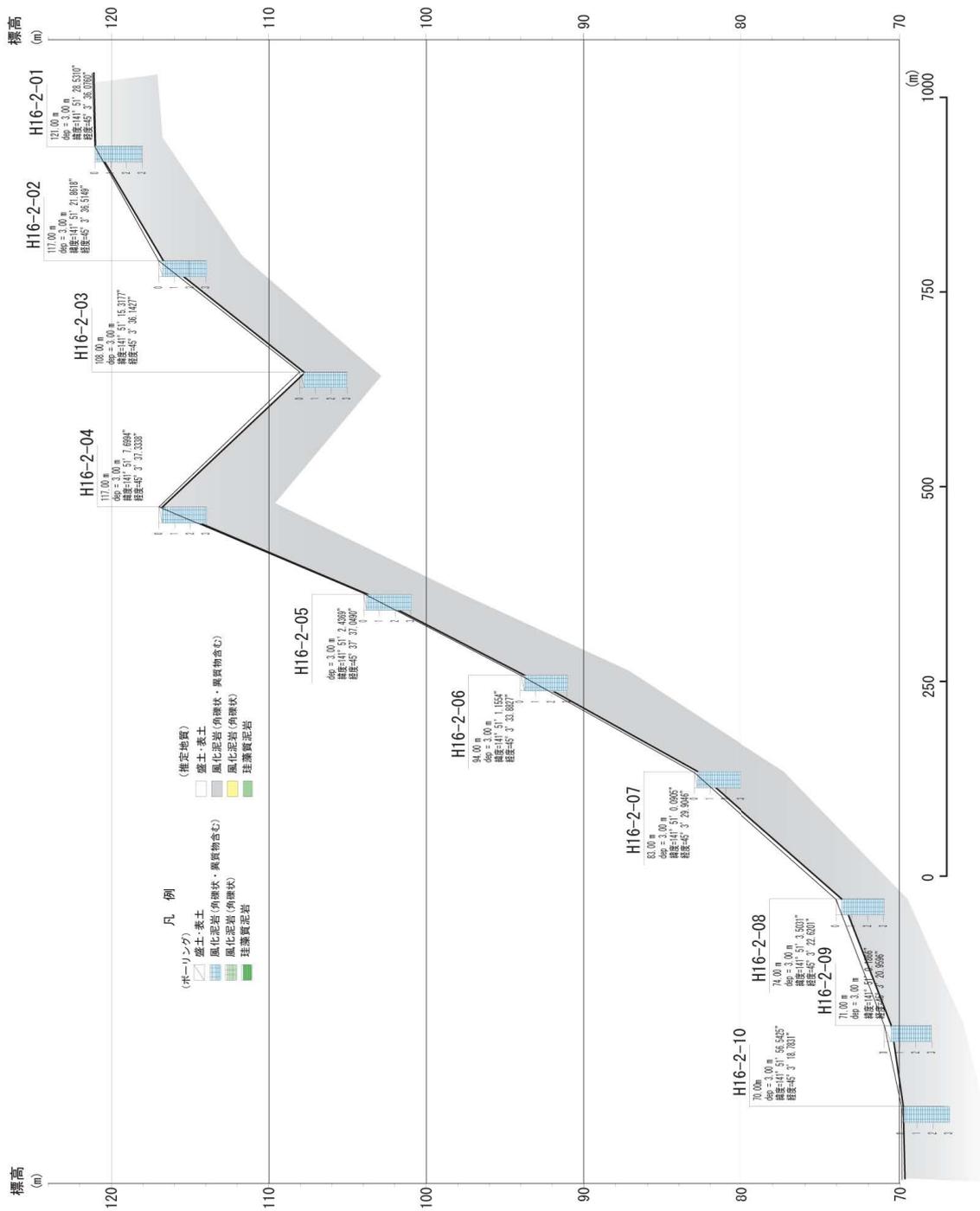


図 2-7 浅層ボーリング孔の断面図 (北進林道)

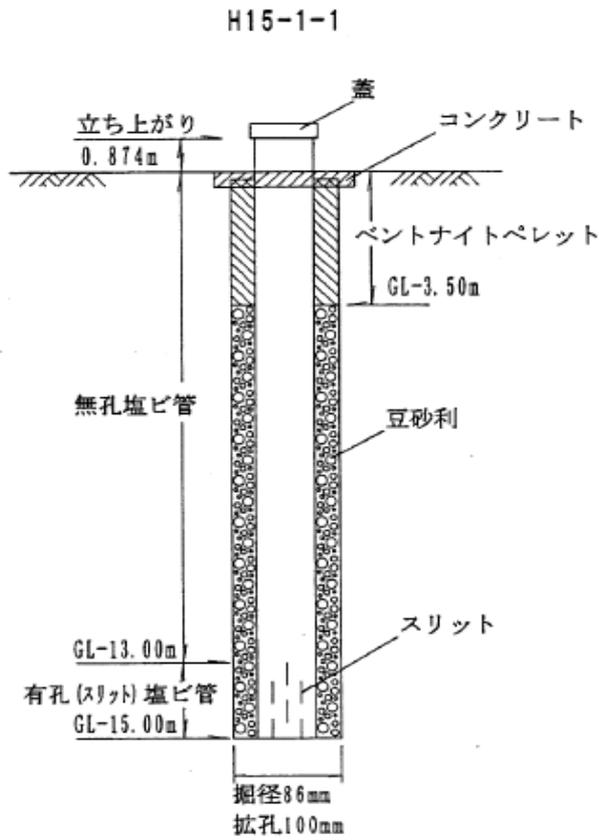


図 2-8 観測孔仕上げの例 (H15-1-1) ^{4,5)}

a



b

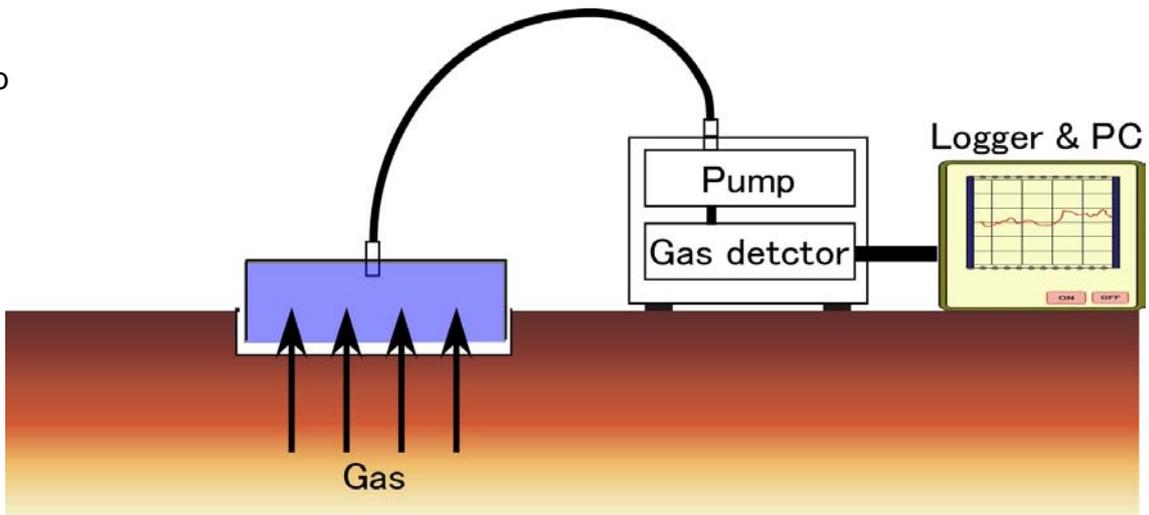


図 2-9 地表部におけるガス測定状況・測定器具(a)と測定イメージ図(b)
地表部を数 cm 剥ぎ取り、器具を被せ、器具内に溜まったガスを測定する。

a



b

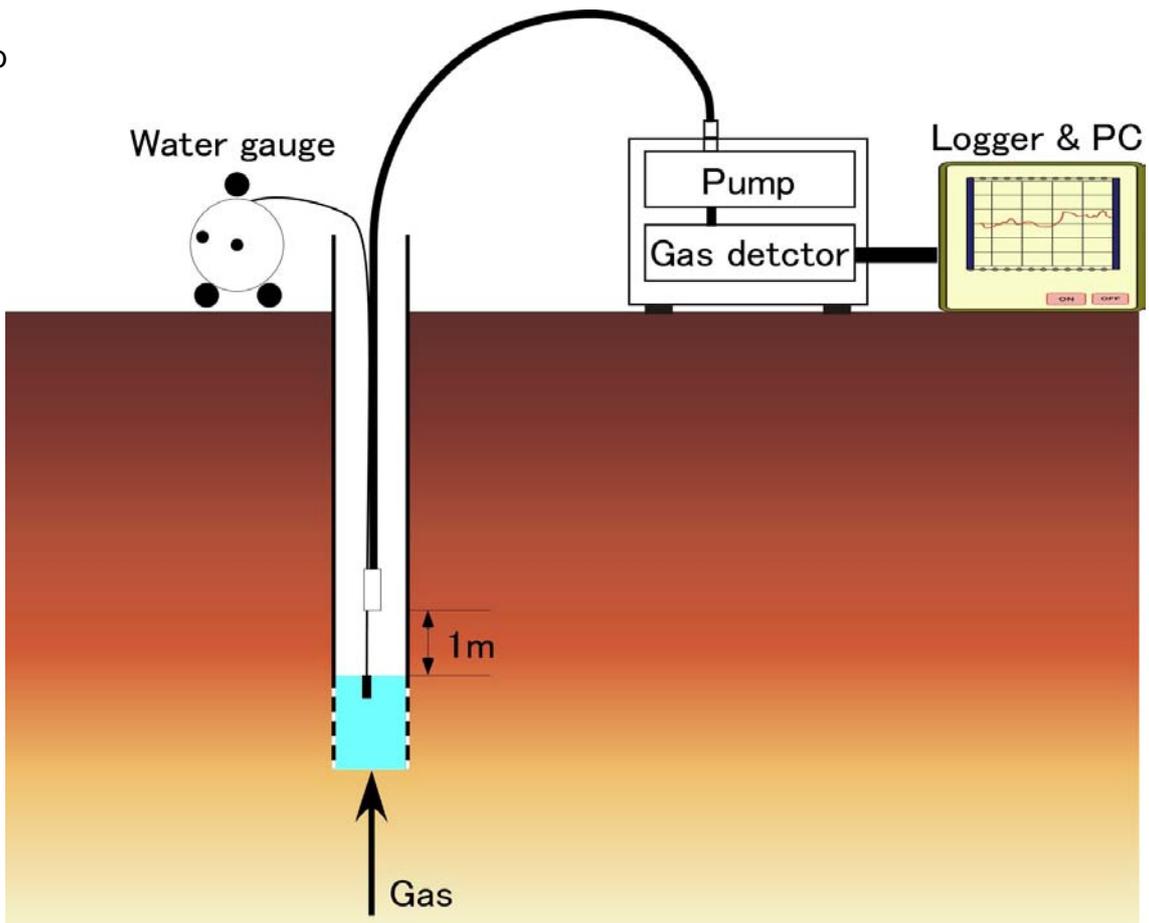


図 2-10 浅層ボーリング孔における測定状況(a)と測定イメージ図(b)

3. 測定結果

3.1 地表部でのガス測定結果

2002年度に北進地区の17箇所、2003年度には北進地区の2箇所、開進地区2箇所でメタンガス測定を行った(表2-2、図2-9)。全ての測定点において、大気レベルと有為な差異を示すメタンガスは検出されなかった。

なお、地表部では、二酸化炭素ガスの測定は実施していない。

3.2 浅層ボーリング孔でのガス測定結果

北進地区の町道北進6号線沿いの16孔、町道北進1号線沿いの9孔、町道北進8号線沿いの2孔、北進林道沿いの10孔および開進地区の諏訪沢林道沿いの7孔において、メタンガスおよび二酸化炭素ガスの測定を行った。各孔のメタンガス量および二酸化炭素ガスを表3.2-1、表3.2-2および図3.2-1に示す。

- ①町道北進6号線沿いでの測定では、測定期間の全体を通じて、H15-1-03、H15-1-14、H15-1-12、H15-1-07、H15-1-11において、他の孔に比べて高い濃度のメタンガス(十数~数十ppm)が認められた。また、H15-1-04、H15-1-05において、他の孔に比べて高い濃度の二酸化炭素ガス(数千~数万ppm)が認められた。
- ②町道北進1号線沿いでの測定では、測定期間の全体を通じて、H16-1-04において、他の孔に比べて高い濃度のメタンガス(数~数十ppm)が認められた。また、H15-1-04、H15-1-05において、他の孔に比べて高い濃度の二酸化炭素ガス(数千~数万ppm)が認められた。
- ③町道北進8号線は、町道北進1号線から延長する町道であるが、町道北進1号線沿いの他の孔と比べても、特段高いガス量は認められない。
- ④北進林道沿いでのメタンガス測定では、特段高いガス量は認められていない。二酸化炭素ガス測定では、H16-2-03、H16-2-05、H16-2-06において、他の孔に比べて高い濃度の二酸化炭素ガス(数千ppm)が認められた。
- ⑤開進地区の諏訪沢林道沿いの測定では、H15-2-05、H15-2-07において、他の孔に比べて高い濃度のメタンガス(十数~数十ppm)が認められた。二酸化炭素ガスについては、他の孔と比べて特段高いガス量は認められない。

3.3 ガス量の経時変化

各ルート、各孔とも測定時期によりガス量に多少差異が認められたが、比較的ガス量が多く検出される孔は、測定期間全般を通じてガス量が多く、ガス量が低い孔では常に低い傾向を示した(表3.2-1、3.2-2、図3.2-1)。

各孔の経時変化パターンも孔ごとに異なり、季節による大きな変動はなく、定常的にある程度一定量のガスが地表部まで到達していることがわかった。しかしながら、北進地区の町道北進6号線沿いのH15-1-07、H15-1-12(図3.2-1(2/7))、また、開進地区の諏訪沢林道沿いのH15-2-03、H15-2-06、H15-2-07においては、2003年11月の測定値が、それ以降の測定値と比べて著しく高い(2桁程度)結果となった(図3.2-1(3/7))。

3.4 大曲断層の位置との関係

各孔のガス量の平均値をルートごとに図3.2-2に示す。

メタンガスについては、町道北進6号線のルートにおいて、大曲断層推定位置の周辺の孔で高い値が認められた。それ以外のルートでは、大曲断層推定位置の周辺の孔で高い値が認められるような傾向はみられない。

なお、3.3 に上述したとおり、北進地区、開進地区の一部の孔では、2003 年 11 月のメタンガスの測定値がそれ以降の測定値と比べて著しく高い結果となった。今回、各孔の平均値を求めるにあたり、これらの値は、各孔の平均的なガス量の傾向を捉えるためのデータとして使用することとは不適切と考えられるため、それらのデータを除外した上で平均値を求めた。

表 3.2-1 地表部および浅層ボーリング孔のメタンガス量測定結果一覧

	200311	200411	200509	200510	200511	200512	200602	200604	200605	200606	200607	200608	200609	200610	200611	Average(ppm)
H15-1-01	2.54	2.10	2.20	2.26	2.21	2.19	-	-	2.35	2.28	2.29	2.33	2.21	2.34	2.22	2.27
H16-1-01	-	2.10	2.20	2.19	2.25	2.27	2.28	2.34	2.35	2.24	2.25	2.08	2.20	2.19	2.21	2.23
H15-1-02	2.28	2.10	2.41	2.26	2.21	2.31	-	-	2.78	2.25	2.26	2.30	2.20	2.21	2.21	2.29
H15-1-03	29.38	3.91	55.74	32.35	23.99	13.55	-	2.34	3.06	7.41	8.40	11.97	14.92	20.28	26.13	18.10
H15-1-14	2.60	18.24	29.59	36.62	27.78	30.83	23.54	14.14	11.78	8.18	6.45	11.00	11.58	17.91	5.45	17.05
H15-1-04	1.67	2.10	1.92	5.59	2.76	1.87	-	2.34	2.37	7.51	1.90	1.87	3.29	1.87	1.87	2.78
H15-1-05	1.62	2.10	1.87	1.87	1.87	1.88	1.89	1.90	2.10	1.88	1.87	1.87	1.87	1.88	1.87	1.89
H15-1-13	3.57	2.12	2.38	4.15	5.15	5.27	-	2.34	2.23	1.88	2.78	2.16	2.00	2.13	2.07	2.87
H16-1-15	-	2.20	2.21	2.25	2.18	2.22	-	2.34	2.22	2.19	2.19	2.21	2.01	2.10	2.19	2.19
H15-1-06	2.64	2.10	2.21	2.19	2.18	2.38	-	2.34	2.18	2.18	2.19	2.24	1.87	2.39	2.21	2.24
H15-1-12	147.84	18.48	32.45	43.17	37.79	33.99	-	-	16.23	12.34	16.78	13.26	16.08	39.22	24.33	34.77
H15-1-07	210.15	21.19	57.37	45.11	39.19	35.12	30.48	-	19.53	11.29	18.31	14.67	17.36	38.46	26.13	41.74
H15-1-11	3.84	27.94	31.23	29.47	23.60	26.66	-	2.34	7.05	7.67	12.10	12.43	9.72	17.93	27.33	17.09
H15-1-08	5.07	2.15	2.23	2.25	2.21	2.22	-	2.34	2.28	2.20	2.47	2.33	2.03	2.21	2.20	2.44
H15-1-09	5.99	2.29	5.07	2.25	2.23	2.79	-	2.34	2.34	2.17	2.37	2.26	2.11	2.16	2.26	2.76
H15-1-10	5.03	2.11	2.14	2.24	2.23	2.14	5.87	-	2.27	2.28	2.30	2.36	2.04	2.21	2.23	2.67
H15-2-01	8.13	2.11	2.36	-	2.73	-	-	-	2.71	2.25	2.29	2.21	2.19	2.60	2.48	2.92
H15-2-02	2.25	2.30	2.13	-	2.30	-	-	-	3.10	2.29	2.29	2.33	2.21	2.52	2.41	2.36
H15-2-06	381.00	2.95	2.64	-	2.27	-	-	-	2.51	2.22	2.24	14.87	2.50	2.52	2.45	37.96
H15-2-05	30.60	20.47	43.90	-	31.98	-	-	-	14.46	4.13	2.67	9.70	20.46	42.97	30.80	22.92
H15-2-07	754.46	23.86	66.07	-	33.58	-	-	-	18.19	7.84	11.87	3.99	25.05	43.45	2.41	90.07
H15-2-03	735.89	2.25	2.21	-	2.39	-	-	-	2.50	2.19	2.21	2.32	2.42	2.44	2.33	69.01
H15-2-04	5.43	2.11	2.17	-	2.44	-	-	-	2.42	2.17	2.19	2.32	2.22	2.35	31.08	5.17
H16-1-02	-	6.82	5.55	2.65	8.49	2.24	-	6.42	2.51	2.26	2.18	2.24	2.82	4.29	3.69	4.01
H16-1-03	-	2.11	2.22	2.18	2.28	2.40	-	2.30	2.21	2.23	2.18	2.21	2.26	2.22	2.19	2.23
H16-1-04	-	3.00	8.12	18.85	37.57	31.94	-	15.38	3.25	2.36	2.54	3.19	2.52	14.57	14.36	12.13
H16-1-05	-	2.23	2.26	2.21	2.21	2.23	-	2.21	2.20	2.17	2.18	2.25	2.31	2.21	2.22	2.22
H16-1-06	-	2.11	2.25	2.24	2.20	2.25	-	2.16	2.24	2.18	2.20	2.23	2.27	2.19	2.20	2.21
H16-1-07	-	5.85	2.81	2.62	2.42	-	-	2.17	2.16	2.14	2.07	2.02	2.29	2.04	2.04	2.55
H16-1-08	-	2.10	2.11	2.18	2.16	-	-	2.20	2.19	2.16	2.23	2.02	2.26	2.19	2.21	2.17
H16-1-11	-	2.13	2.19	-	2.11	-	-	2.20	2.25	1.93	2.33	2.40	1.87	2.24	2.27	2.17
H16-1-12	-	2.10	2.22	2.28	2.21	2.28	-	2.20	2.29	2.16	2.25	2.29	2.37	2.25	2.21	2.24
H16-1-13	-	2.12	3.84	2.58	3.62	8.28	-	9.94	2.57	2.09	2.22	2.23	2.36	2.18	2.21	3.57
H16-1-14	-	3.57	43.60	10.61	5.83	2.58	-	12.46	14.35	7.39	5.95	2.25	9.55	2.95	2.23	9.49
H16-2-01	-	2.09	1.87	-	1.87	-	-	-	1.94	2.11	2.16	2.19	1.87	2.18	1.87	2.02
H16-2-02	-	2.16	1.89	-	1.92	-	-	-	2.10	2.17	2.04	2.07	2.23	2.18	1.88	2.06
H16-2-03	-	2.14	1.99	-	1.98	-	-	-	2.13	2.07	1.99	2.03	2.17	2.22	1.87	2.06
H16-2-04	-	2.11	2.25	-	2.19	-	-	-	2.17	2.22	2.18	2.80	4.36	4.39	2.54	2.72
H16-2-05	-	2.11	1.92	-	2.12	-	-	-	1.93	1.96	1.93	1.94	1.87	2.26	2.17	2.02
H16-2-06	-	2.18	1.99	-	2.06	-	-	-	2.02	2.03	1.98	1.92	1.92	2.14	2.01	2.02
H16-2-07	-	2.12	2.19	-	2.24	-	-	-	2.17	2.19	2.18	2.19	2.16	2.54	3.12	2.31
H16-2-08	-	2.16	2.19	-	2.18	-	-	-	2.18	2.19	2.18	2.18	2.16	2.53	2.19	2.21
H16-2-09	-	2.10	2.19	-	2.20	-	-	-	2.17	2.19	2.18	2.18	2.17	2.55	2.21	2.21
H16-2-10	-	2.11	2.21	-	2.21	-	-	-	2.16	2.19	2.18	2.19	2.20	2.60	2.23	2.23
Site-18	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.11
Site-19	2.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.14
Site-20	2.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.11
Site-21	2.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.10

*段丘堆積物の地層中で測定を実施

表 3.2-2 浅層ボーリング孔の二酸化炭素ガス量測定結果一覧

	200311	200411*	200509	200510	200511	200512	200602	200604	200605	200606	200607	200608	200609	200610	200611	Average(ppm)
H15-1-01	-	2,500	2,562.70	921.39	715.32	1,341.18	-	-	6,819.57	5,761.57	2,629.13	582.85	942.43	390.76	1,953.02	2,259.16
H16-1-01	-	300	418.75	401.56	680.34	1,105.71	1,348.51	5,124.82	342.75	390.76	266.90	170.78	701.31	550.12	1,515.13	951.25
H15-1-02	-	10,000	1,179.18	996.37	2,568.75	4,245.37	-	-	3,763.39	934.69	640.84	3,080.44	694.65	390.76	2,477.61	2,581.00
H15-1-03	-	6,000	8,714.33	2,253.91	1,048.61	894.09	-	2,940.28	1,867.57	2,079.56	850.76	1,532.36	2,701.89	2,238.21	28,530.31	4,742.45
H15-1-14	-	6,000	15,373.78	8,550.20	9,130.10	2,347.89	2,263.88	6,401.35	3,245.33	4,195.27	1,134.02	1,231.99	1,160.14	11,899.35	3,830.93	5,483.16
H15-1-04	-	17,500	34,269.69	17,521.63	22,491.34	25,674.54	-	28,381.30	31,526.81	37,912.37	16,885.28	22,174.05	28,106.65	42,416.20	42,305.24	28,243.47
H15-1-05	-	23,000	31,823.03	17,587.23	23,287.17	16,622.36	14,336.54	19,563.97	6,330.27	30,289.87	18,195.62	15,840.19	16,653.44	26,483.98	28,530.31	20,610.28
H15-1-13	-	20,000	11,059.93	5,644.91	2,907.88	266.30	-	6,875.67	7,346.93	4,353.86	4,414.05	5,176.50	3,119.41	16,042.69	13,690.95	7,753.78
H16-1-15	-	1,300	836.01	627.93	613.57	501.06	-	3,875.21	1,504.67	1,293.35	849.24	1,171.10	870.12	934.69	1,661.15	1,233.70
H15-1-06	-	2,000	603.78	2,856.78	1,334.38	220.76	-	1,530.12	1,380.26	3,006.20	1,928.81	582.44	432.47	499.85	572.78	1,303.74
H15-1-12	-	900	571.98	1,822.95	1,088.68	1,626.90	-	-	3,493.37	8,206.70	1,597.46	1,163.92	781.89	1,810.97	3,304.70	2,197.46
H15-1-07	-	6,000	18,209.23	10,540.14	4,611.71	2,026.78	13,987.46	-	12,435.26	9,021.80	9,441.75	11,002.29	4,689.42	7,962.66	5,995.53	8,917.23
H15-1-11	-	2,100	736.12	520.63	514.73	484.11	-	6,202.01	1,212.95	1,495.92	863.92	1,432.45	394.72	574.17	10,985.88	2,116.74
H15-1-08	-	7,500	1,109.70	1,527.89	1,853.25	9,102.91	-	2,129.04	3,515.42	15,454.40	5,203.51	1,194.64	2,062.82	3,648.06	5,588.51	4,606.94
H15-1-09	-	9,000	955.71	1,689.94	2,464.86	3,925.81	-	2,067.37	2,429.70	901.80	527.70	565.84	619.40	1,049.75	2,326.38	2,194.17
H15-1-10	-	2,200	6,035.81	1,798.41	2,604.03	1,687.47	1,370.75	-	1,352.44	8,828.79	3,866.60	1,849.86	720.66	574.17	1,583.52	2,651.73
H15-2-01	-	4,000	3,797.01	-	622.45	-	-	-	3,485.61	1,377.25	1,551.48	1,029.53	1,330.99	1,517.90	2,892.88	2,160.51
H15-2-02	-	2,500	8,572.54	-	938.38	-	-	-	11,463.38	2,593.49	1,442.40	1,681.31	1,153.45	1,220.44	3,974.14	3,553.95
H15-2-06	-	1,000	4,400.97	-	1,066.53	-	-	-	1,041.09	754.62	589.80	14,050.28	702.79	765.40	998.52	2,537.00
H15-2-05	-	1,100	2,133.74	-	875.11	-	-	-	678.67	1,041.09	320.16	1,191.62	1,151.78	1,056.20	1,223.54	1,077.19
H15-2-07	-	1,400	12,137.13	-	2,484.92	-	-	-	2,157.40	3,006.20	1,442.40	1,107.30	13,265.03	6,651.56	3,006.20	4,865.81
H15-2-03	-	1,100	3,452.22	-	1,533.48	-	-	-	1,442.40	968.84	495.91	2,198.23	1,151.78	1,264.58	2,697.91	1,630.53
H15-2-04	-	2,000	911.86	-	972.32	-	-	-	1,380.84	655.19	495.91	2,473.05	842.60	1,729.33	6,169.79	1,764.09
H16-1-02	-	700	637.47	560.35	715.32	773.33	-	2,595.41	632.57	840.80	492.33	509.77	737.69	870.12	1,535.72	892.38
H16-1-03	-	700	617.67	458.43	1,312.74	1,267.33	-	1,349.00	513.31	921.39	496.93	551.27	663.54	550.12	1,946.58	872.95
H16-1-04	-	300	448.83	502.27	798.75	652.89	-	952.29	495.91	901.80	511.71	428.09	485.11	404.15	1,156.37	618.32
H16-1-05	-	800	683.23	454.69	779.67	925.69	-	4,689.42	3,753.64	3,006.20	1,683.77	1,753.55	1,175.34	1,160.14	1,816.28	1,744.74
H16-1-06	-	1,600	922.05	1,877.18	2,747.14	811.36	-	13,616.35	1,495.92	2,322.10	2,977.46	2,482.18	2,353.08	3,236.93	10,871.69	3,639.49
H16-1-07	-	4,000	5,672.26	4,980.27	2,932.69	-	-	544.99	1,862.79	3,119.41	7,549.48	9,804.23	8,948.10	5,861.00	10,037.37	5,442.71
H16-1-08	-	5,000	3,456.06	2,603.07	2,818.01	-	-	496.93	1,341.18	2,157.40	1,656.90	1,284.46	1,358.84	901.80	1,590.48	2,055.43
H16-1-11	-	2,300	765.68	-	3,417.89	-	-	2,168.53	513.31	15,454.40	2,221.80	895.69	13,489.82	1,079.29	544.61	3,895.55
H16-1-12	-	1,100	1,302.77	660.05	779.95	432.47	-	496.93	870.12	870.12	1,033.62	628.37	485.11	431.45	482.78	736.44
H16-1-13	-	450	640.39	610.15	774.43	1,330.02	-	6,377.57	3,119.41	4,866.86	1,331.47	864.23	538.04	663.07	984.62	1,734.64
H16-1-14	-	700	5,778.74	1,441.35	4,399.33	1,933.06	-	6,188.18	2,593.49	2,499.62	2,391.52	698.34	395.52	1,564.56	792.53	2,413.56
H16-2-01	-	1,100	2,394.16	-	804.17	-	-	-	561.72	432.47	351.96	766.22	3,634.58	1,277.95	710.53	1,203.38
H16-2-02	-	950	2,388.00	-	685.40	-	-	-	604.41	1,202.89	1,303.72	2,151.06	1,189.89	1,515.13	1,702.97	1,369.35
H16-2-03	-	1,700	4,033.53	-	2,868.41	-	-	-	495.91	5,647.01	3,895.37	9,452.32	5,882.84	4,041.01	14,417.09	5,243.35
H16-2-04	-	325	460.32	-	405.38	-	-	-	377.87	432.47	377.87	790.84	824.77	370.36	2,261.76	672.66
H16-2-05	-	600	4,969.18	-	1,787.25	-	-	-	2,157.40	2,409.20	2,897.16	6,893.61	12,788.39	1,793.15	1,286.79	3,758.21
H16-2-06	-	3,000	3,805.46	-	1,758.05	-	-	-	1,247.27	1,932.35	2,792.12	8,681.90	6,903.89	2,690.95	2,857.83	3,566.98
H16-2-07	-	1,250	655.88	-	690.25	-	-	-	432.47	404.15	447.45	893.45	588.57	982.86	1,909.81	825.49
H16-2-08	-	325	546.32	-	1,178.75	-	-	-	390.76	377.87	404.15	592.90	584.68	396.05	3,221.40	801.79
H16-2-09	-	400	652.20	-	458.28	-	-	-	377.87	377.87	377.87	462.37	910.23	538.79	1,534.60	609.01
H16-2-10	-	400	568.60	-	696.12	-	-	-	550.12	810.21	589.80	628.37	621.80	765.40	1,640.03	727.05

*段丘堆積物の地層中で測定を実施

**気体採取器 GV-100 による測定を実施

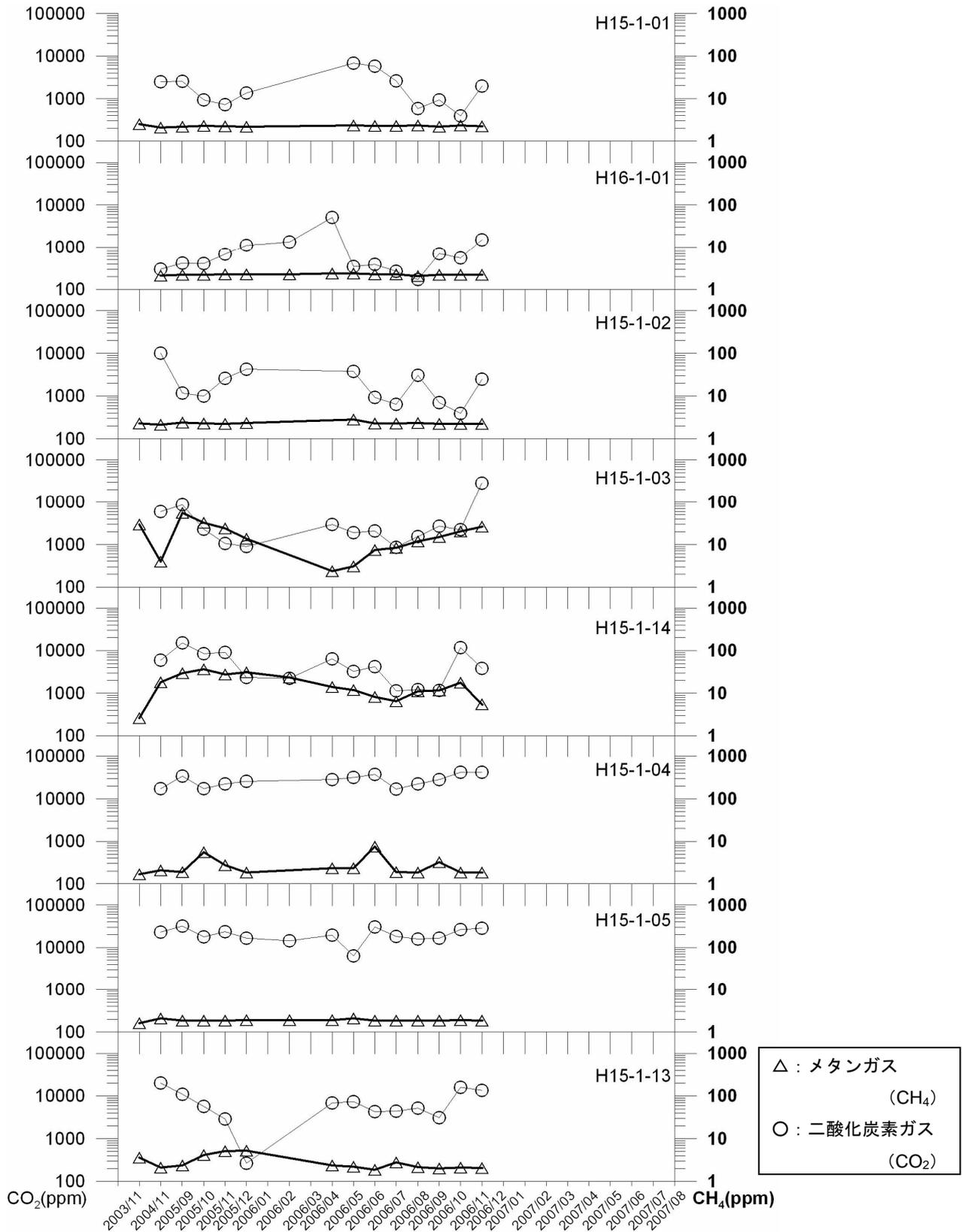


図 3.2-1 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の測定結果(1/7)

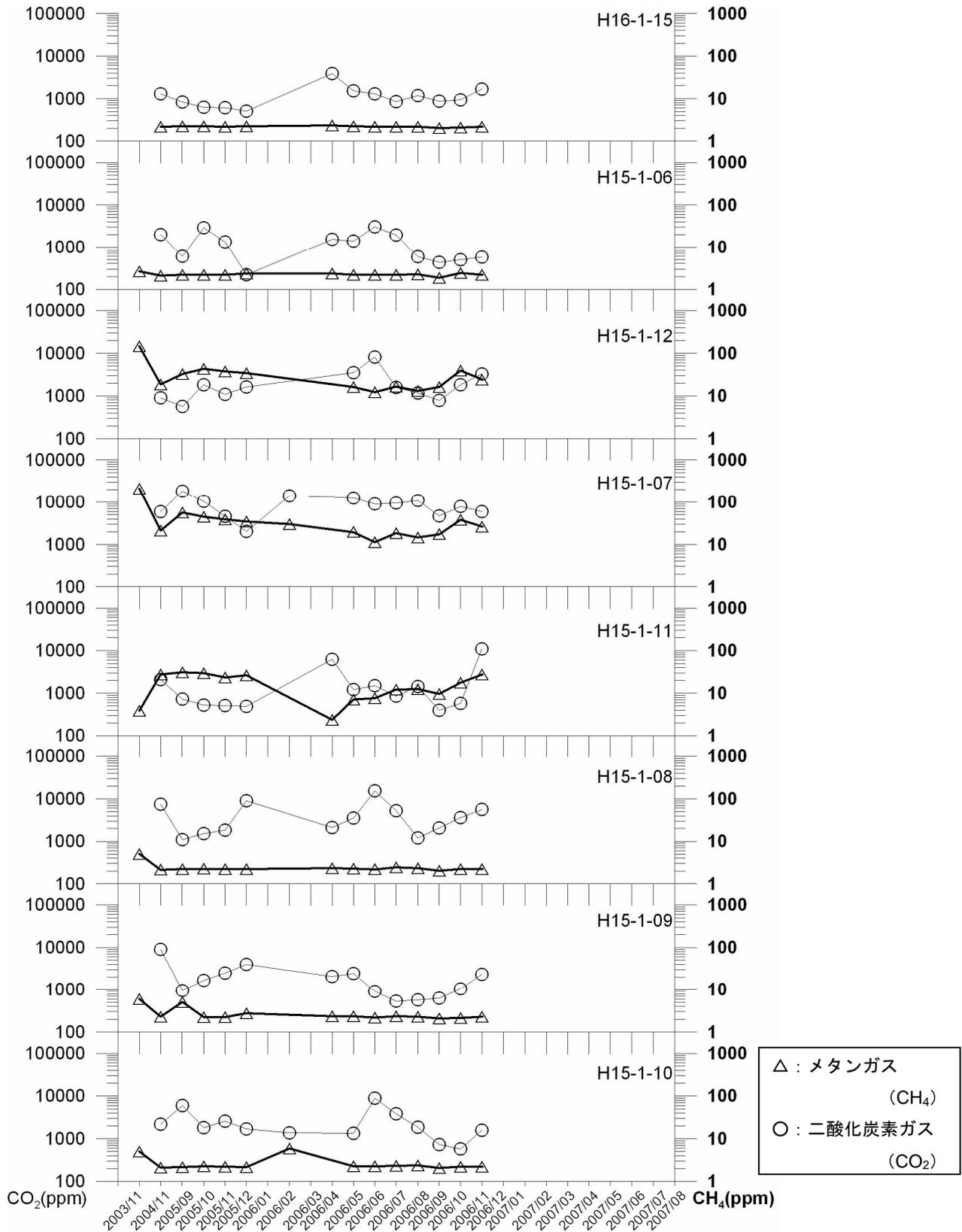


図 3.2-1 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の測定結果(2/7)

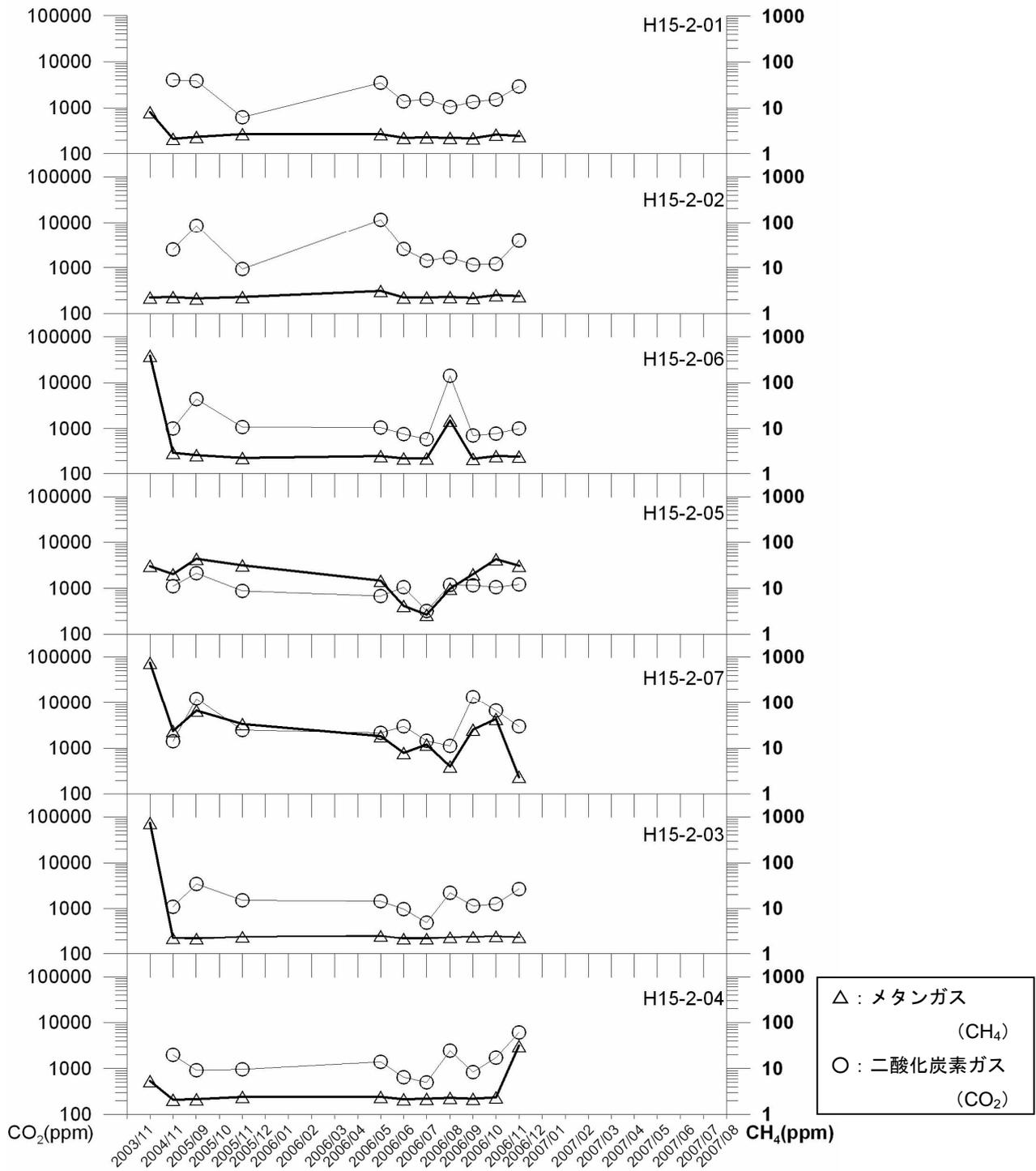


図 3.2-1 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の測定結果(3/7)

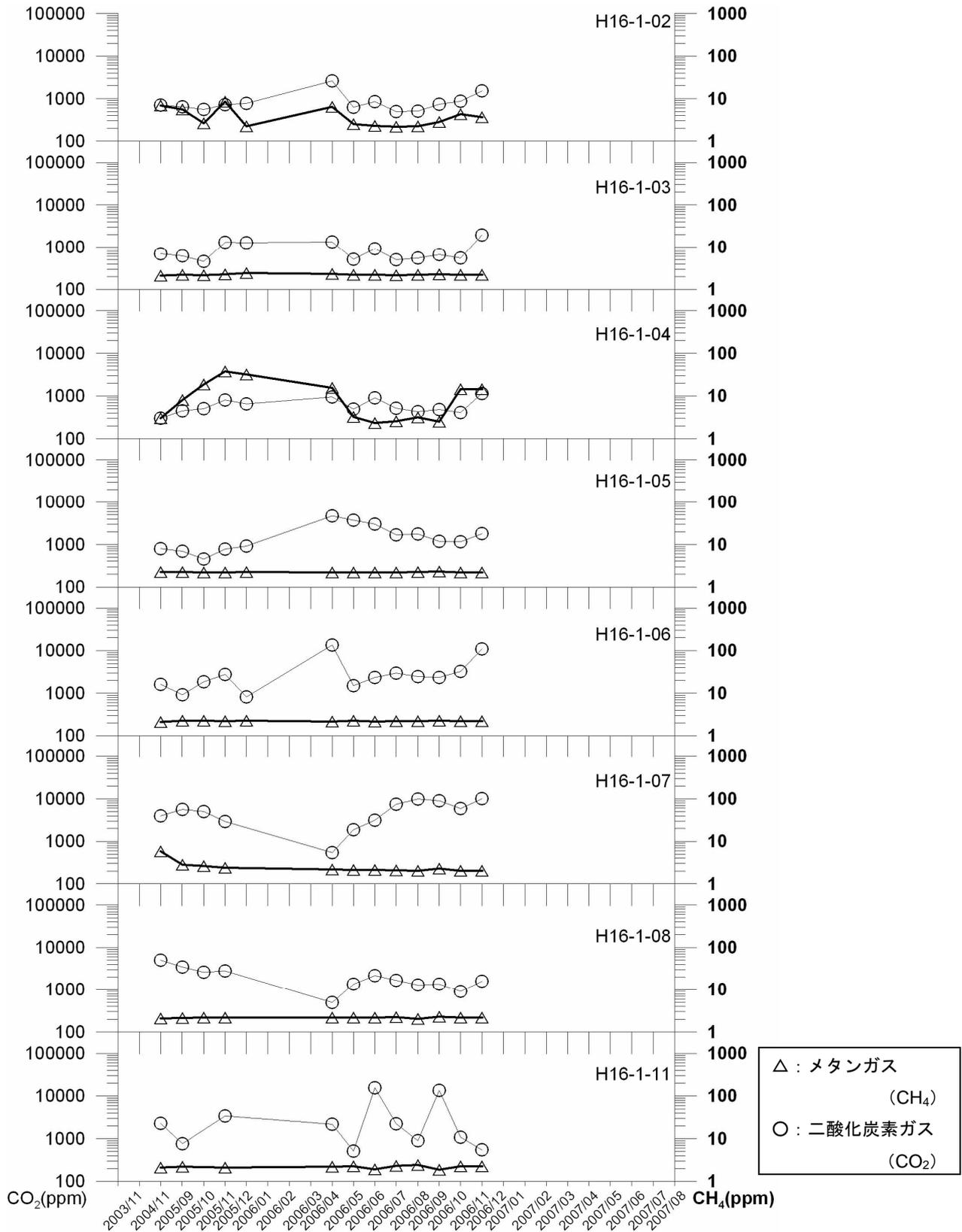


図 3.2-1 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の測定結果(4/7)

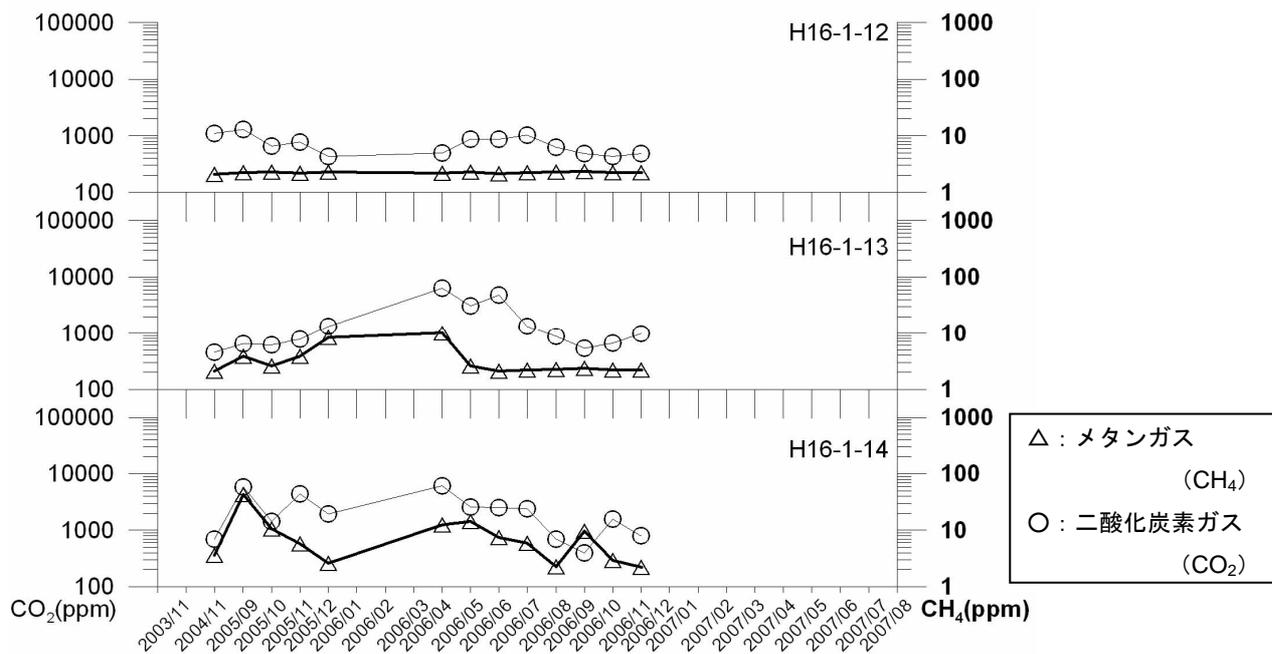


図 3.2-1 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の測定結果(5/7)

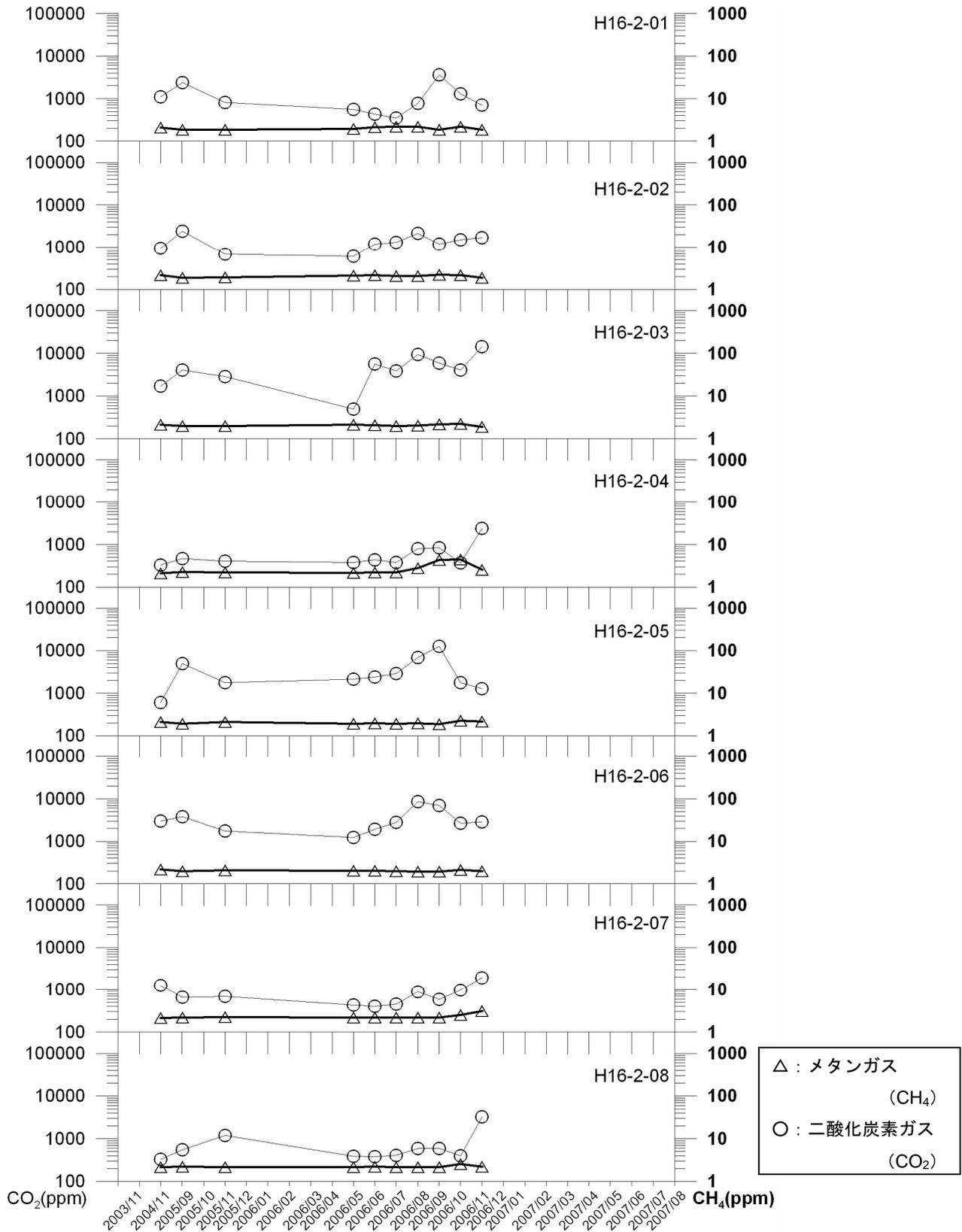


図 3.2-1 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の測定結果(6/7)

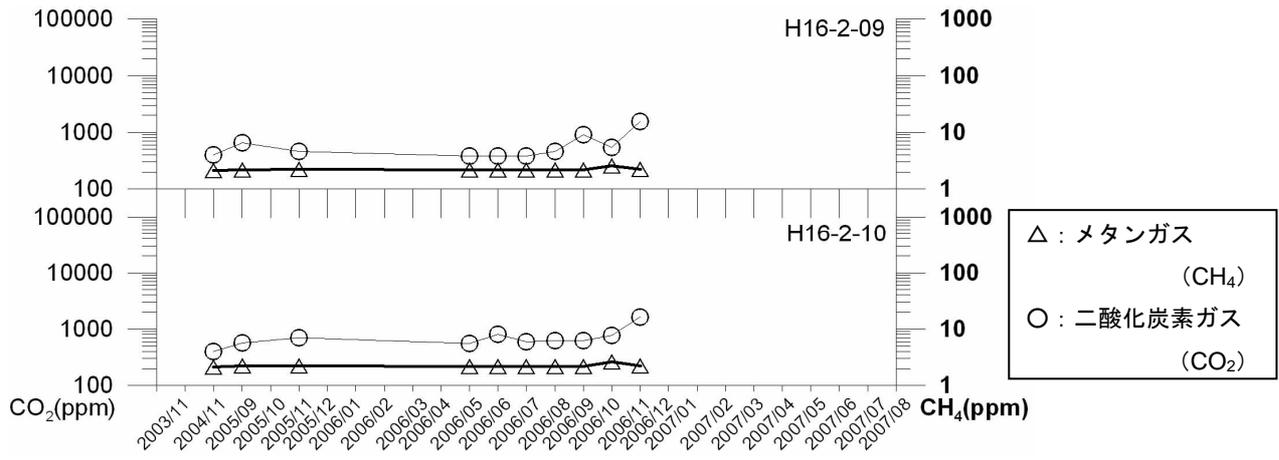
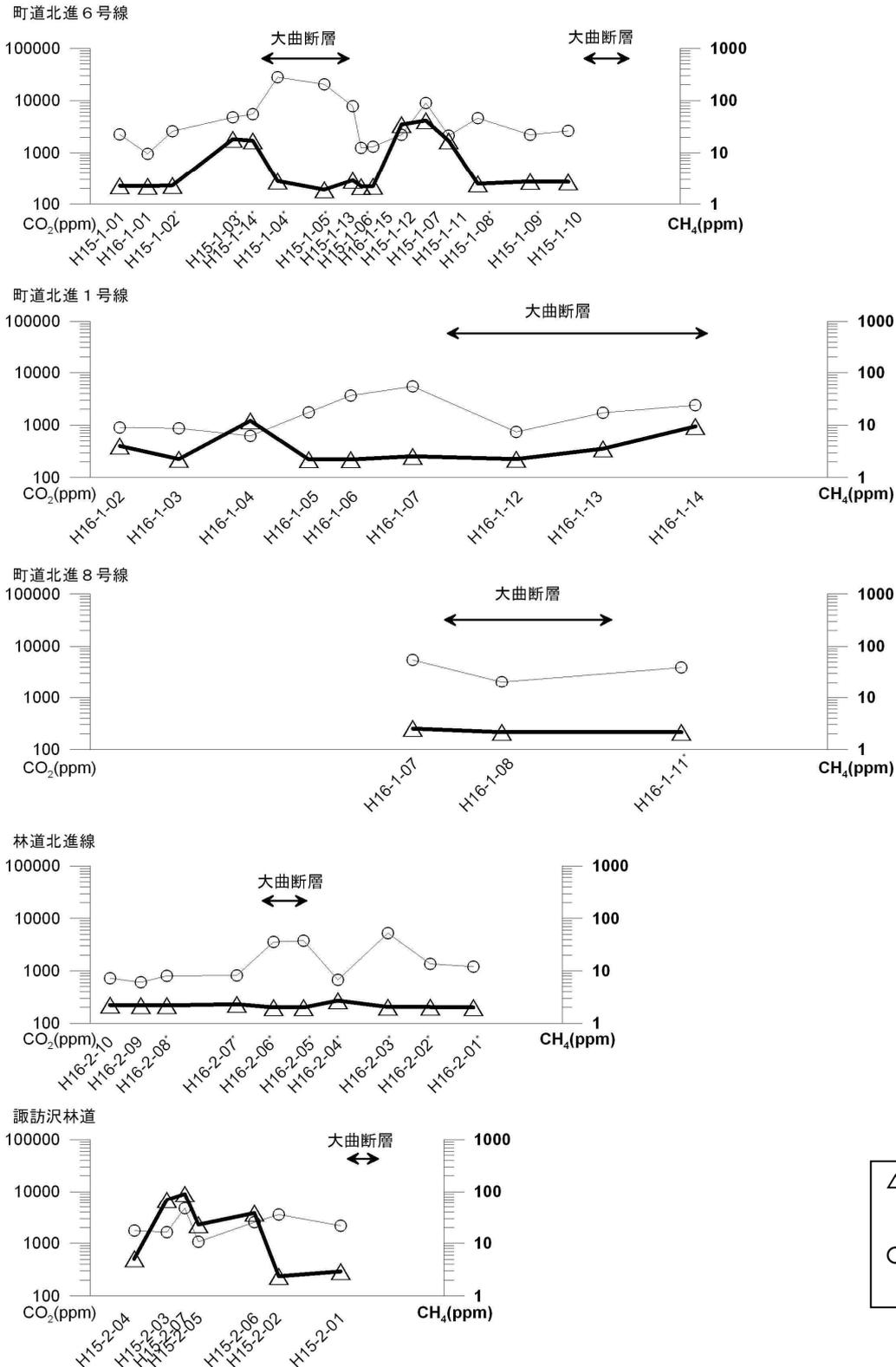


図 3.2-1 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の測定結果(7/7)



*酸化帯で測定を実施

図 3.2-2 メタンガス量および二酸化炭素ガス量の平均値と大曲断層推定位置との関係

4. 測定時の問題とその改善

4.1 地表部および浅層ボーリング孔でのメタンガス測定時の問題とその改善

2002年度および2003年度にSite-01～Site-21の地表部(図1-1、表2-2)において、メタンガス測定を行ったが、どの地点でも大気レベルのメタンガス量であった。大曲断層推定位置周辺の地表部でも測定を実施したが、メタンガス量に変化は認められなかった。2003年度からは浅層ボーリング孔を利用したガス測定を実施した。その結果、健岩部および健岩部付近まで到達している浅層ボーリング孔では、大気レベル以上のメタンガス量が認められた。浅層ボーリング孔で高いガス量が検出された地点においても、地表部では大気レベル以上のガス量は認められなかった。

これらのことから、地表における測定では、メタンガスを検出することは困難であり、ボーリング孔等を用いた測定が必要と考えられる。

また、3.3に上述したとおり、北進地区、開進地区の一部の孔では、2003年11月のメタンガスの測定値がそれ以降の測定値と比べて著しく高い結果となった(図3.2-1)。この原因はよく分かっていない。

4.2 二酸化炭素ガス測定時の問題とその改善

2004年11月の浅層ボーリング孔の掘削直後の測定時に用いたメタン・二酸化炭素ガス測定装置の二酸化炭素ガス量の検出限界は1,000ppmであった。そのため、ほとんどの孔で検出限界を越えた。そのため、その後の二酸化炭素のガス量の測定の際には、株式会社ガステック社製の気体採取器GV-100を用いて測定を行った。

検出限界以下の孔で、メタン・二酸化炭素ガス測定装置から得られた二酸化炭素ガス量と2004年11月に気体採取器GV-100から得られた二酸化炭素ガス量の間には、検出数値には多少バラツキがあるものの、両者の間には正の相関性が認められた(図4.2-1)。このことから、二酸化炭素ガスの測定は、測定期間によって異なる装置を使用したものの、同程度の検出精度をもって測定することができたと考えられる。

2005年3月16日と2005年3月30日に気体採取器GV-100を用いて、各孔の二酸化炭素ガス量の測定を行ったが、2004年11月に得られた二酸化炭素ガス量の分布パターンと大幅に異なる結果が得られた(図4.2-2、表4.2-1)。これまでガス量が少ない孔でも、多くなる傾向が認められた。この原因としては、気体採取器GV-100は最大100ccの気体採取しかできないため、空気より重い二酸化炭素については、時間の経過とともに孔底付近に溜まることになり、二酸化炭素ガス量の少ない孔でも、時間とともに、多くなった結果と考えられる。

そのため、孔内の二酸化炭素ガス量を正確に測定するには、測定終了後の孔内を、一旦大気レベルのガス量にする必要性が考えられた。そうすることにより、測定条件を一定にすることができ、例えば、1ヶ月間のガス量の変化を捉えることができる。2005年11月以降は、上述の方法で測定条件を一定にして測定を実施した。その結果、安定した測定結果が得られた。

4.3 ロガーの問題とその改善

2005年からの測定に用いたメタン・二酸化炭素ガス測定装置には、CAMPBELL SCIENTIFIC社製のロガーCR10Xが装備されており、連続的な観測が可能になっている。電源は、車載の12Vのシガーソケットから取ることができる。当初、シガーソケットより電源を取っており、冬期の測定の際には、問題なくロガーは動作していたが、夏期に入り、ロガーの動作が不安定になった。これは、エアコンの使用による電流不足と考えられた。その後、シガーソケットから電源を取ることを止め、12Vのバッテリーを使用して測定を行うようにしたことで、安定した動作を得るこ

とができた。しかしながら、その後、長時間データのダウンロードを行わないと、データの欠損が生じることが分かった。そのため、測定する際には数時間ごとにデータのダウンロードを行うようにした。また、データ欠損時にも対応できるように、測定値の最小値（または最大値）の値をPCのプリントスクリーンで保存し、数値を書き写しておき、測定値の欠損を生じないように努めた。

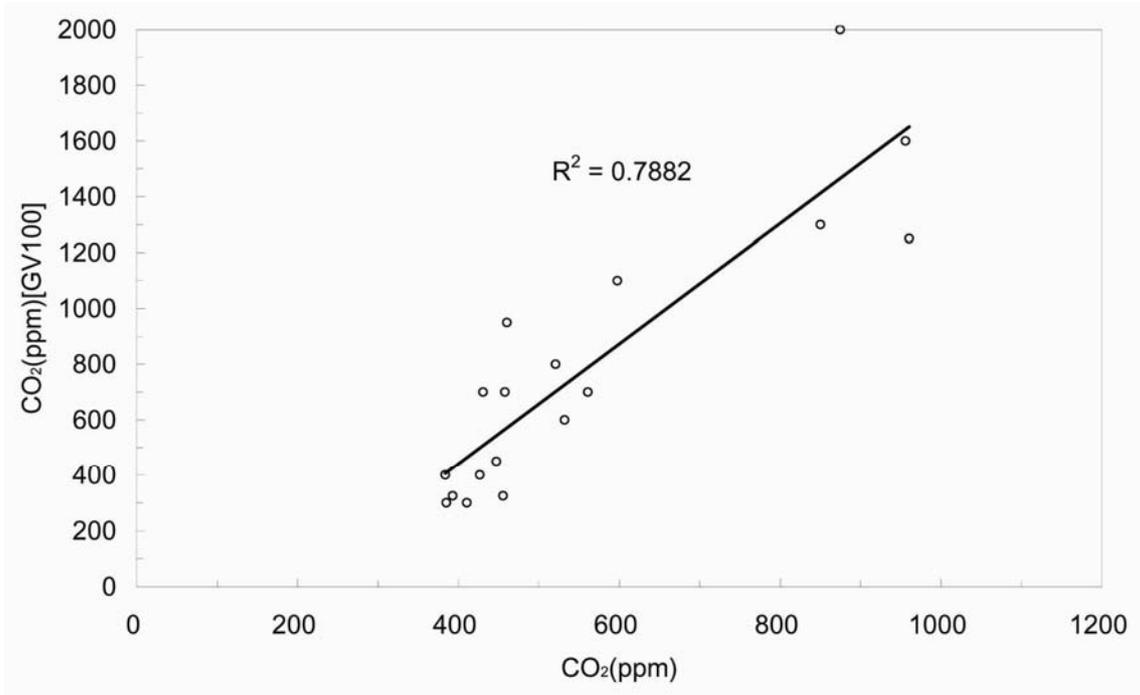


図 4.2-1 ガス測定装置と気体採取器（GV-100）から得られた二酸化炭素ガス量の関係

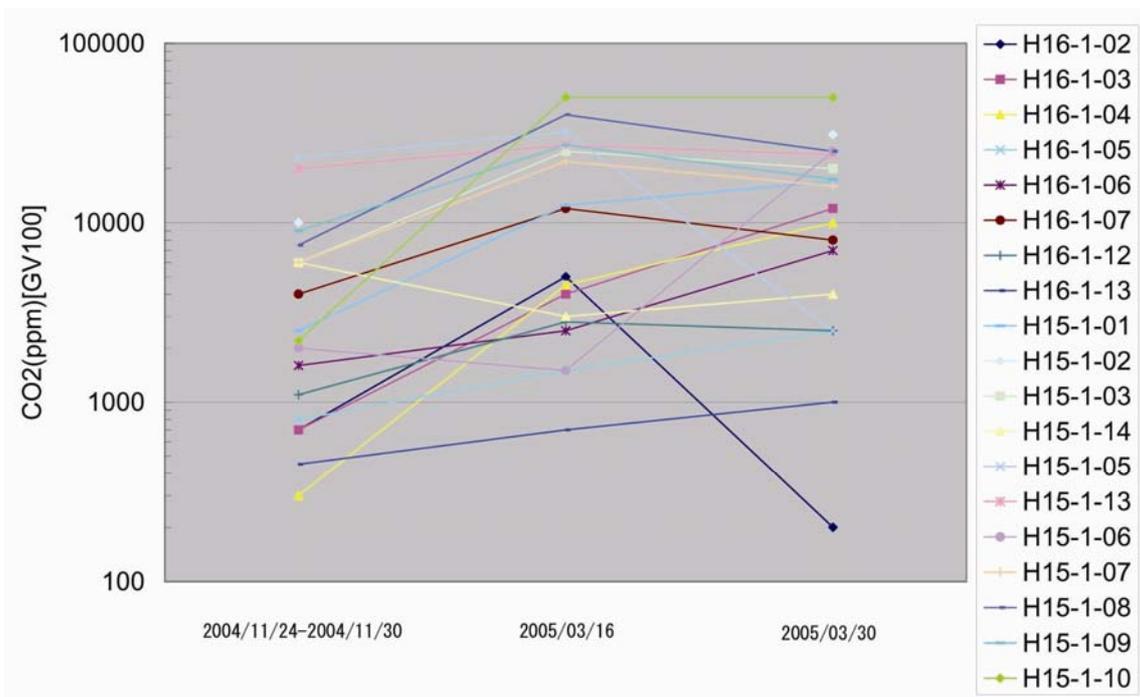


図 4.2-2 気体採取器（GV-100）から得られた二酸化炭素ガス量の経時変化

表 4.2-1 ガス測定装置と気体採取器 GV-100 から得られた二酸化炭素ガス量測定結果一覧

試錐孔	CO2(ppm)*	CO2(ppm)[GV100]	CO2(ppm)[GV100]	CO2(ppm)[GV100]
	20041124-20041130	20041124-20041130	20050316	20050330
H16-1-02	458	700	5,000	200
H16-1-03	431	700	4,000	12,000
H16-1-04	410	300	4,500	10,000
H16-1-05	521	800	1,500	2,500
H16-1-06	956	1,600	2,500	7,000
H16-1-07	1,000	4,000	12,000	8,000
H16-1-08	1,000	5,000	-	-
H16-1-11	1,000	2,300	-	-
H16-1-12	598	1,100	2,800	2,500
H16-1-13	447	450	700	1,000
H16-1-14	561	700	-	-
H16-2-01	1,000	1,100	-	-
H16-2-02	460	950	-	-
H16-2-03	1,000	1,700	-	-
H16-2-04	393	325	-	-
H16-2-05	532	600	-	-
H16-2-06	1,000	3,000	-	-
H16-2-07	960	1,250	-	-
H16-2-08	455	325	-	-
H16-2-09	384	400	-	-
H16-2-10	426	400	-	-
H15-1-01	1,000	2,500	12,500	17,000
H16-1-01	385	300	-	-
H15-1-02	1,000	10,000	-	31,000
H15-1-03	1,000	6,000	25,000	20,000
H15-1-14	1,000	6,000	3,000	4,000
H15-1-04	1,000	17,500	-	-
H15-1-05	1,000	23,000	32,000	2,500
H15-1-13	1,000	20,000	27,000	24,000
H16-1-15	850	1,300	2,000	2,000
H15-1-06	874	2,000	1,500	25,000
H15-1-12	1,000	900	-	17,500
H15-1-07	1,000	6,000	22,000	16,000
H15-1-11	1,000	2,100	-	12,500
H15-1-08	1,000	7,500	40,000	25,000
H15-1-09	1,000	9,000	27,000	17,500
H15-1-10	1,000	2,200	50,000	50,000
H15-2-01	1,000	4,000	-	-
H15-2-02	1,001	2,500	-	-
H15-2-06	1,001	1,000	-	-
H15-2-05	1,000	1,100	-	-
H15-2-07	1,001	1,400	-	-
H15-2-03	1,001	1,100	-	-
H15-2-04	1,001	2,000	-	-

*メタン・二酸化炭素ガス測定装置により測定した二酸化炭素ガス量を示し、1,000ppm 以上のガス量については、検出限界を越えているため、正確なガス量を求められなかった。

-: ガス測定を行っていないため、データがないことを示す。

5. まとめ

- ・地表部から直接メタンガス量を測定したが、大気レベルと大きな差異は認められず、ボーリング孔等による測定が必要であると考えられた。
- ・浅層ボーリング孔でのメタンガス測定では、常にガス量が多く、二酸化炭素ガス量についても同様の傾向であった。
- ・ガス量が多いボーリング孔は常に多く、ガス量の少ないボーリング孔は常に少ない傾向を示し、測定期間を通じて大きな変動は認められなかった。
- ・北進地区の一部のルートでは、既存地質図上での大曲断層推定位置周辺でメタンガス量が多いボーリング孔が認められた。

今回の測定を通じて、北進地区の一部ルートでは大曲断層推定位置と二酸化炭素ガスが多く認められる場所が一致しており、大曲断層が物質移動経路として機能している可能性が示唆された。しかしながら、二酸化炭素ガスの起源は明らかになっておらず、今後の課題である。

謝辞

このガス測定を行うにあたり、国立環境研究所地球環境研究センターの井上元統括研究管理官（現名古屋大学）および須藤洋志博士（現宇宙航空研究開発機構）には測定装置の貸与・開発のご協力と多くのご助言をして頂いた。現地での測定の際には、日本原子力研究開発機構の原稔氏、舟木泰智氏、瀬尾昭治氏（現鹿島建設）、および中山雅氏には、測定補助、除雪作業および浅層ボーリング孔のメンテナンス作業にご尽力を頂いた。あわせて、本論を作成するにあたり、石井英一氏および新里忠史氏には有益なご助言を頂いた。上記の方々に感謝の意を表す。

<参考文献>

- 1) 石油公団：“国内石油・天然ガス基礎調査基礎試錐「天北」調査報告書”，石油公団（1995）.
- 2) 長尾捨一：“5万分の1地質図幅「豊富」および同説明書”，北海道立地下資源調査所（1960）.
- 3) 核燃料サイクル開発機構：“高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発—平成13年度報告書—”，JNC TN1400 2002-003（2002）.
- 4) 高畑裕之・長根将格・松本尚巳：“幌延町における新第三紀堆積岩の地質・地質構造に関する調査”，JNC TJ5420 2004-002（2004）.
- 5) 渡辺孝文：“幌延町における新第三紀堆積岩の地質・地質構造に関する調査(その2)”，JNC TJ5410 2005-005（2004）.

This is a blank page.

国際単位系 (SI)

表1. SI基本単位

基本量	SI基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質の量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の) 1	1
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³
電荷, 電流量	クーロン	C		s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
磁束	ウエーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K
光照度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd
放射線量	ルクス	lx	lm/m ²	m ² cd
放射線種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
線量当量, 周辺線量当量, 方向線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
酸素活性	カタール	kat		s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についての、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV,2002,70,205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI組立単位		
	名称	記号	SI基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
表面張力	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
角速度	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角加速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
熱流密度, 放射照度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱容量, エントロピー	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
熱伝導率	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
体積エネルギー	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
電界の強さ	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ³ kg s ⁻²
電荷密度	ジュール毎平方メートル	J/m ²	m kg s ⁻³ A ⁻¹
表面電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ s A
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
誘電率	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² s A
透磁率	ファラド毎メートル	F/m	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
モルエネルギー	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
吸収線量率	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ s A
放射線強度	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射輝度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ² m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
酵素活性濃度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ =kg s ⁻³
	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ³ s ⁻¹ mol

表5. SI接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ⁻¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ⁻²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ⁻³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)′=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1L=1l=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI単位で表される数値
電子ボルト	eV	1eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1u=1 Da
天文単位	ua	1ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ⁻¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、対数量の定義に依存。
ベベル	B	
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI単位で表される数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁻⁴ cd m ⁻²
ファ	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガラ	Gal	1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≙ (10 ³ /4π)A m ⁻¹

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「≙」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R = 2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット = 200 mg = 2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリ	cal	1cal=4.1858J (「15°C」カロリ), 4.1868J (「IT」カロリ), 4.184J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m

