

# 燃料資源図「関東地方」について

佐脇貴幸<sup>1)</sup>・金子信行<sup>2)</sup>・前川竜男<sup>2)</sup>・猪狩俊一郎<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

2015年2月に、産総研・地質調査総合センターの出版物として、燃料資源図「関東地方」が出版されました(第1図)。燃料資源図は、石油、天然ガス等の資源ポテンシャルを示したもので、この「関東地方」は、2005年出版の「三陸沖」(棚橋ほか, 2005)、2010年出版の「東部南海トラフ」(後藤ほか, 2010)に次ぐ3番目の出版物(CD-ROM)です(前二者出版時には、燃料資源地質図として出版)。ここでは、燃料資源図「関東地方」を製作するに至った研究の経緯とその出版物の内容を簡単に紹介します。

## 2. 研究の経緯

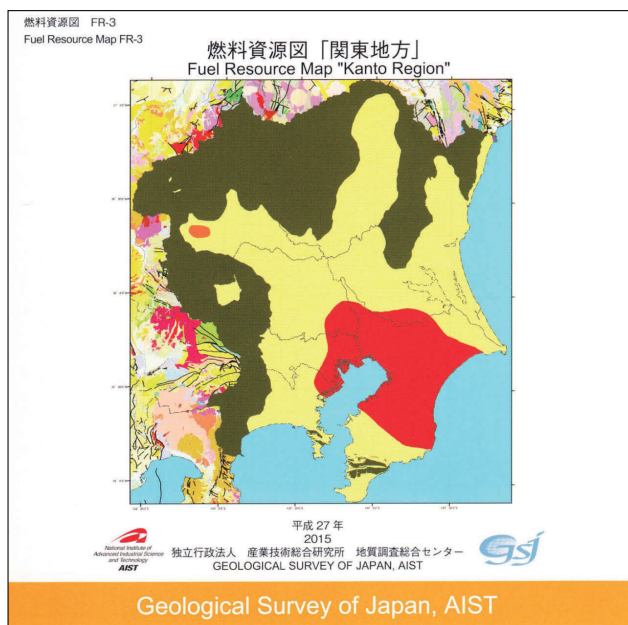
旧地質調査所時代には、様々な燃料資源に関する地球科学図が出版されました。そのうち、1/200万地質編集図「日本油田・ガス田分布図(第2版)」(以下「油田ガス田図」; 矢崎編, 1976)は、当時の研究・開発状況を踏まえ

て、全国の燃料資源の分布を俯瞰できる形で編集されました。ここには、その名のとおり日本における油田、ガス田の分布が示されていますが、関東地方にも水溶性天然ガス鉱床の分布が示されています。これは「南関東ガス田」と呼ばれるもので、その範囲が千葉県、茨城県、埼玉県、東京都、神奈川県にまたがる、わが国最大の水溶性天然ガス田です。水溶性天然ガスとは、その名の通り地下深部の地層水(主に鹹水)中に溶け込んでいるガスのことで、地表に汲み上げると遊離します。

南関東ガス田では、そのガスの成分の90%以上がメタンからなり、房総半島中部(茂原市、九十九里町等)で生産されたメタンガスは千葉県内に供給されています。また、水溶性天然ガスと同時に汲み上げられた鹹水には、海水の約2,000倍の濃度のヨウ素が溶解しており、この鹹水を原料としてヨウ素が生産されています(金子, 2005)。このように、南関東ガス田は、南関東という人口密集地の直下に広がっている、天然ガスとヨウ素の優良な鉱床です。しかしながら、この「油田ガス田図」の出版以降、南関東ガス田及びその周辺における水溶性天然ガスの賦存状況の調査・研究については、現在もガス開発が行われている房総半島中部以外では停滞していたというのが実情でした。

一方、近年は都市平野部での温泉開発が盛んになってきていますが、これも地下深部の地層水を開発ターゲット(泉源)としています。日本においては、火山地域以外での地殻上部の平均的な地温勾配は20~30°C/1,000m(例えば、鈴木, 1985)で、地表近くの地下水温を15°Cとすれば深度1,000mで35~45°Cとなり、温泉法に規定される温度条件(25°C以上)を満たすことになります。関東平野深部の地層水は、温度という観点からは「深層熱水資源」と位置づけられます(角・高島編, 1980; 佐脇・水垣, 2005)。

したがって、一見異なる事象のように見える南関東での水溶性天然ガス・ヨウ素の生産と温泉開発とは、実は同じ種類の地層水を開発していることを意味しています。すなわち、南関東での大深度温泉開発には必然的にメタンが伴



第1図 燃料資源図「関東地方」表紙。

1) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門(現 地質情報基盤センター)  
2) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門

キーワード: 燃料資源図, 関東地方, 水溶性天然ガス, 賦存状況, 化学組成

われ、メタンの処理方法が不適切だと爆発事故が発生することもあります（例えば2007年渋谷区松濤<sup>しょうとう</sup>での爆発事故）。この渋谷区の事故後、温泉爆発事故を防ぐ行政上の対策の基図として先述の「油田ガス田図」が利用されました。しかし、その時点で既に出版から30年以上経過しており、最新の地質情報を盛り込んだ燃料資源図の整備が産総研内外から求められました。これを受け、筆者らは2008年度から関東地方の水溶性天然ガスの研究を開始し、燃料資源図「関東地方」（佐脇ほか、2015）としてまとめました。

本研究の主目的は、将来にわたる日本国内の資源の安定供給の基礎情報とすべく、関東地方における水溶性天然ガスの賦存状況（分布範囲、資源量等）に関わる資源情報を整備し、新たな燃料資源図として取りまとめることでした。この研究を進めるに当たっては、

- (1) 関東地方の既存坑井データ、特にガス井・温泉等に関する関連資料等を収集する。
- (2) 温泉を含め、既存の坑井から地層水・水溶性ガス成分を採取し、化学分析を行う。これらの地化学データをもとに、天然ガスの成因、地下地質構造との関係等を考察する。
- (3) 上記の(1)、(2)で得られたデータを基に、関東地方の水溶性天然ガスの分布・性状・起源を明らかにし、燃料資源図として整備する。

という三段階の方針を立てて実施しました。

また同時に、整備した燃料資源図のアウトカムとして、①日本国内の燃料資源及び地下水（温泉）資源の安定供給・効率的利用、②行政・開発業者の方々に対する、水溶性天然ガスにかかわる地質・地化学情報の提供、③利用されず排出されているメタンガスの有効利用及び地球温暖化対策のための基礎情報提供等を想定しました。

なお、研究を進めるに当たっては、自治体の温泉担当部署、天然ガス・温泉開発会社等の関係機関の方々のご助力をいただきました。

### 3. 燃料資源図「関東地方」の内容

本燃料資源図（CD-ROM）は、以下の内容（ファイル）から構成されています。

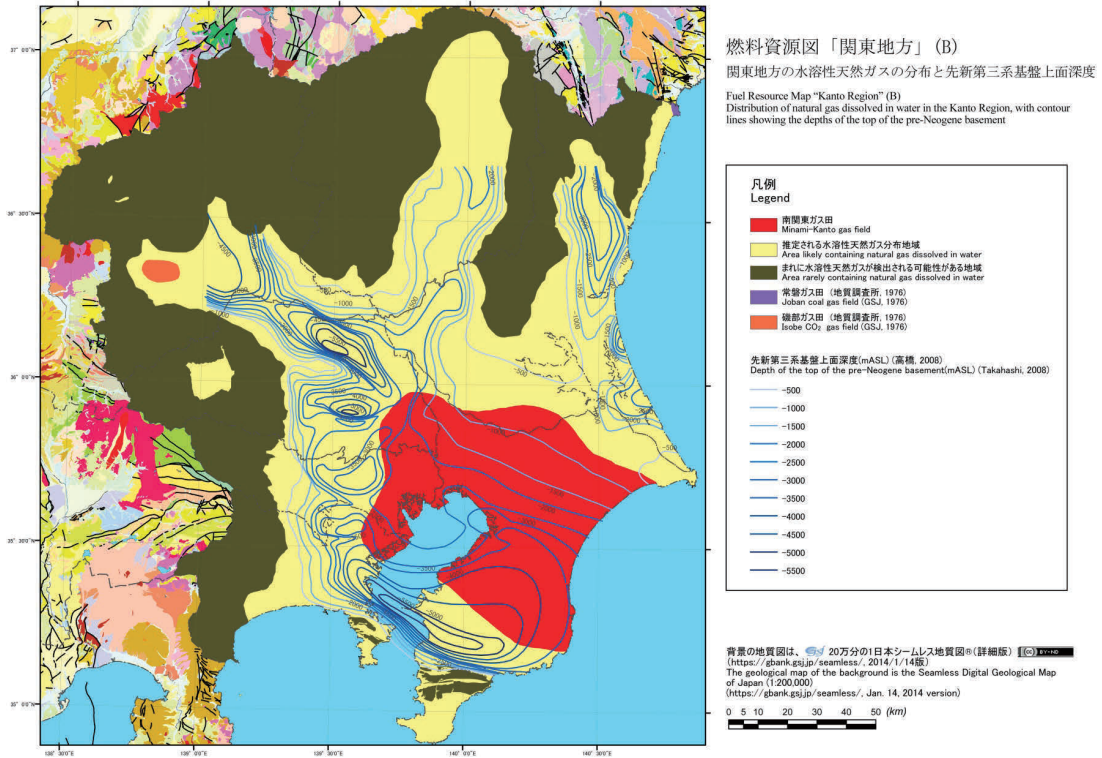
- |                      |        |
|----------------------|--------|
| ・燃料資源図（pdf）          | 2ファイル  |
| ・燃料資源図「関東地方」説明書（pdf） | 1ファイル  |
| ・図表（pdf）             | 16ファイル |
| ・付表（pdf）             | 2ファイル  |
| ・その他補足説明用ファイル        |        |

詳細な内容は本図の方をご覧くださいと思います。このうち、いくつかの図について例示します。

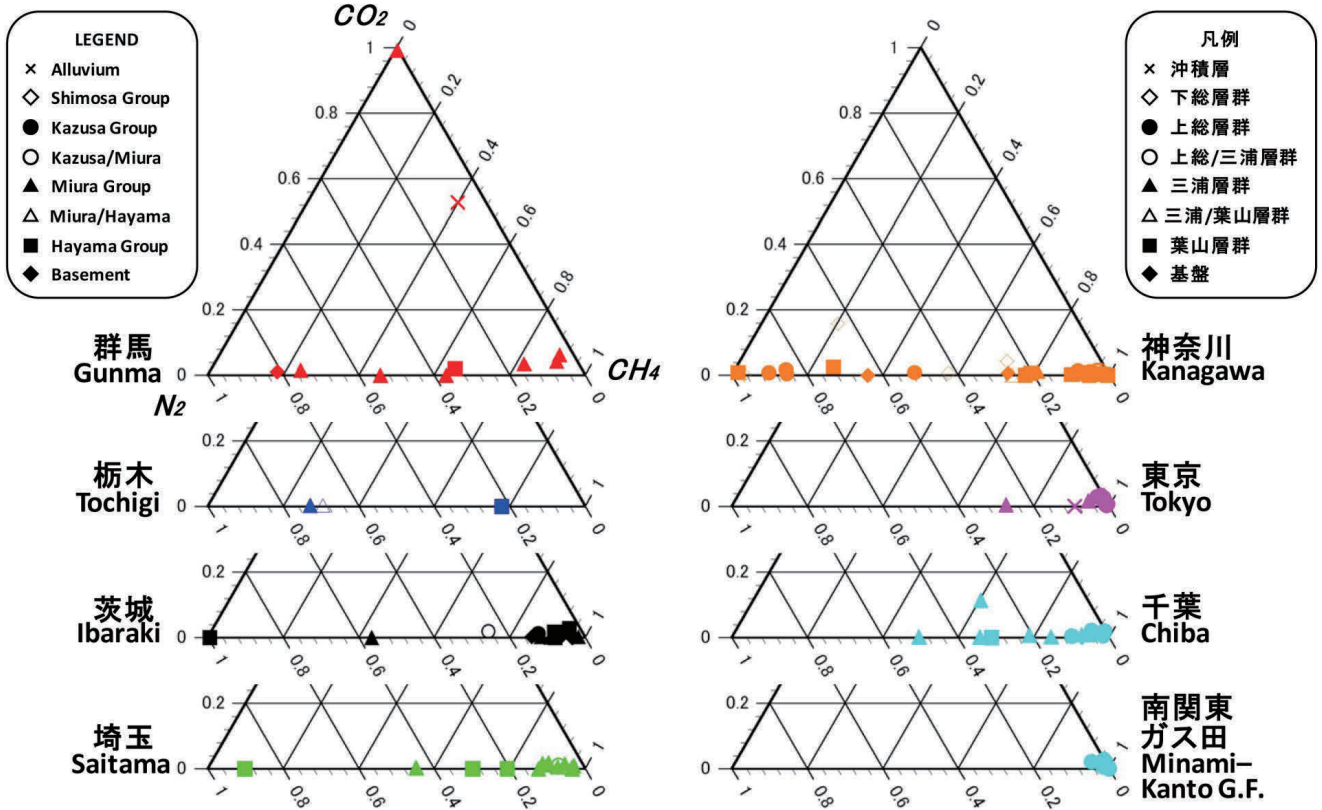
まず、燃料資源図についてはレイヤーの切り替えにより、天然ガスの分布、県境、20万分の1日本シームレス地質図<sup>®</sup>データベース（地質調査総合センターウェブサイト、<https://gbank.gsj.jp/seamless/>）等の表示が切り換えられるようになっていきます（第2図）。天然ガスの分布の表示範囲は、本研究で調査対象とした関東地方の一都六県内の範囲内に限っています。第2図にあるように、関東地方の天然ガスの分布地域は、(1)南関東ガス田、(2)推定される水溶性天然ガス分布地域、(3)まれに水溶性天然ガスが検出される可能性がある地域、(4)石炭起源ガス賦存地域、(5)炭酸ガス田地域の五つの地域に区分しています。ここで、それぞれの定義を述べますと、「(1)南関東ガス田」は、1976年の「油田ガス田図」を踏襲し、「一定量の水溶性天然ガスの産出（生産及び試掘段階）が認められた地域（過去に生産実績のある地域を含む）」としており、1976年の図に比べ、実績がある地区を含むよう、その範囲を若干拡大しています。「(2)推定される水溶性天然ガス分布地域」は、自治体での聞き取り調査や実坑井での試料採取等により、水溶性天然ガスが検出されている地域、「(3)まれに水溶性天然ガスが検出される可能性がある地域」は、ほぼ先新第三系の基盤岩類や第四紀の火山岩・火山砕屑岩類等が地表に分布する地域を示しています。また、「(4)石炭起源ガス賦存地域」は、1976年の「油田ガス田図」に示されているもの（同図上では「炭田ガス」と表記）、「(5)炭酸ガス田地域」は、同図において群馬県の磯部地区に分布する炭酸ガス田のことを示しています。

残念ながら、当初目的としていたガスの賦存量については、その計算のために必要な、「湧出するガス量及びガス水比」に関連する十分な情報が得られなかったため、全体の賦存量は示すことができていません。ただし、今後新たにデータが得られた時のことを想定し、賦存量を求めるための計算式は導出しています（説明書 5.5節）。

次に、第3図には、天然ガスの化学組成の特徴を県別に示したものを示します。この図では、天然ガスの主成分であるメタン、窒素、二酸化炭素（炭酸ガス）の三成分比率を三角図にプロットしています。基本的に、関東地方の地下の天然ガスは、メタンと窒素の二成分混合で説明できますが、千葉を中心とする南関東ガス田では、そのほとんどがメタンから成ります。そこから離れるに従い、窒素の割合が増加し、北関東や神奈川では窒素の割合が50%以上の温泉が認められることがあります。逆の見方をする



第2図 燃料資源図の表示例：天然ガスの分布，20万分の1日本シームレス地質図®データベース及び先第三紀基盤上面深度（高橋，2008）を表示。



第3図 関東地方都県ごとの天然ガス組成：CH<sub>4</sub>-N<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> 三角ダイアグラム。

と、メタンの量が南関東ガス田に向かって多くなることを表しており、地下に微量に存在する窒素がメタンにより希釈されて割合が減少しているものと考えられます。なお、群馬の一部には二酸化炭素の多い温泉が認められますが、これは前述の炭酸ガス田と火山に関連するものです。

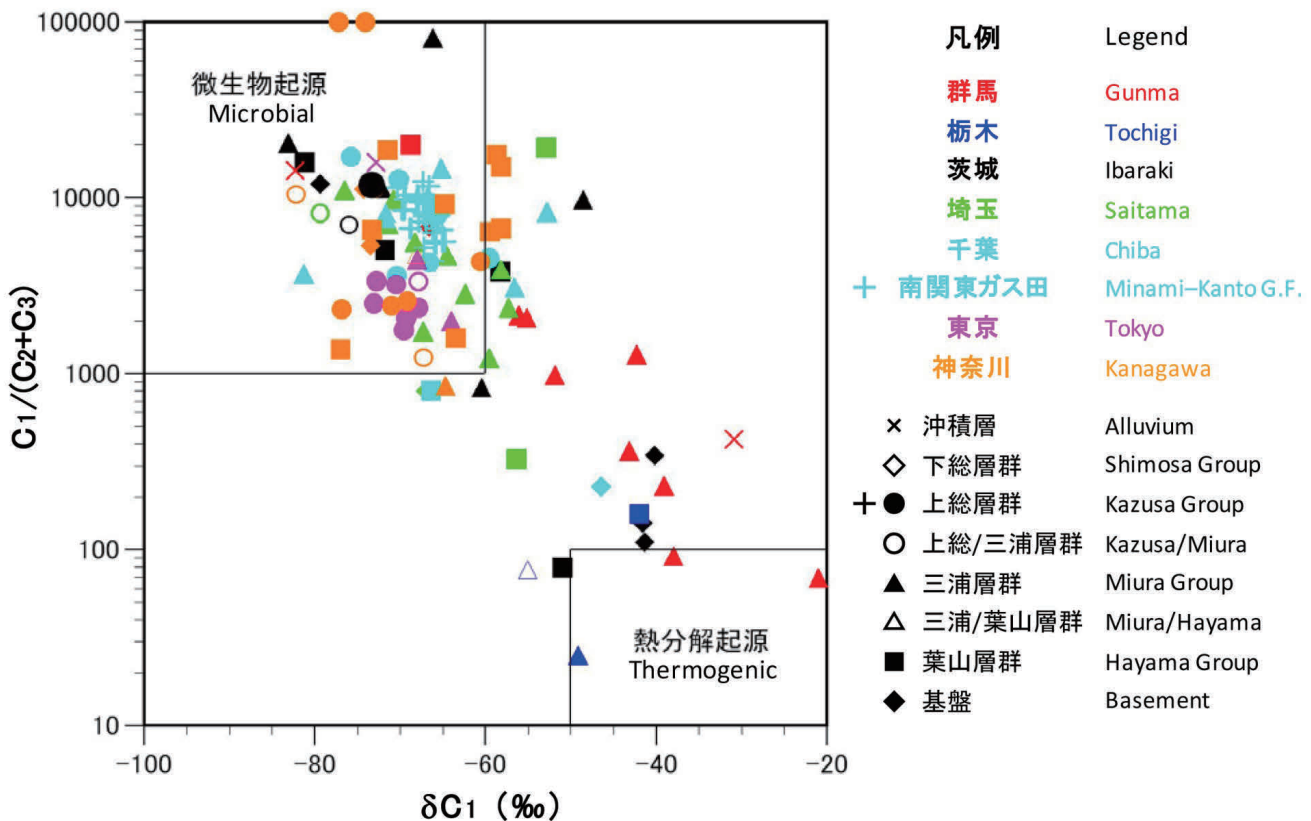
第4図には、横軸にメタンの炭素同位体比 ( $\delta C_1$ )、縦軸にメタン/(エタン+プロパン)比 ( $C_1/(C_2+C_3)$ ) を取り、炭化水素の起源を示したものです。微生物起源ガスとは、地下の比較的浅い深度において、酸素のない環境で微生物が生成したメタンを主とする天然ガスであり、 $\delta C_1$  が  $-60\text{‰}$  より小さく、 $C_1/(C_2+C_3)$  比が 1,000 より大きいという特徴を示します。一方、熱分解起源ガスとは、より地下深部の高温の環境において、有機物の C-C 結合が熱的に切断されることにより生成した炭化水素ガスを主体とし、 $\delta C_1$  が  $-50\text{‰}$  より大きく、 $C_1/(C_2+C_3)$  比は 100 より小さい値を示すものです。第4図で明らかなように、関東地方の多くの温泉は、微生物起源のメタンを主体とすることが分かります。一方北関東には、 $\delta C_1$  の大きな熱分解起源のメタンが分布します。これは茨城では常磐沖堆積盆の縁辺部に位置する地域、栃木では喜連川地域の高温

の温泉、群馬の活火山周辺の温泉であり、いずれも泉温が  $60\text{℃}$  以上と高いものです。

#### 4. 研究を通してわかったこと

以上の分析結果をはじめとして、本研究における実地調査、各種文献調査、聞き取り調査の結果を総合して得られた結果は以下の通りです。

関東地方、特に平野部には南関東ガス田以外の地域にも水溶性天然ガスが存在しています。特に、先新第三系の基盤深度の大きな地域（ハーフグラベン等）が地下に存在し、その上に新第三系が厚く堆積した堆積盆地域では天然ガスを溶存する地層水が普遍的に滞留していると考えられます。次に、水溶性天然ガス中のメタンガスは、炭素同位体比と共存する炭化水素の組成から見て大部分が微生物起源と判断されますが、北関東では熱分解性のメタンガスも認められます。また、地層水の同位体分析結果から、関東地方地下を構成する新第三系、第四系中の水は、メタンを含む化石海水と天水との混合により形成されたことがわかりました。残念ながら、関東地方全体にわたっての水溶性



第4図 炭化水素ガス組成とメタン炭素同位体比（バーナード図）；境界線は Bernard *et al.* (1977) による。

天然ガスの賦存量については、信頼できるガス水比のデータ等が非常に少なかったため算出することはできませんでしたが、それに至るための計算式を導出することができました。

以上の詳細については、当燃料資源図本体をご覧くださいければ幸いです。

## 文 献

Bernard, B. B., Brooks, J. M. and Sackett, W. M. (1977)  
A geochemical model for characterization of hydrocarbon gas sources in marine sediments. Proceedings of the Offshore Technology Conference, 435-438.

地質調査総合センター，20万分の1日本シームレス地質図® データベース，<https://gbank.gsj.jp/seamless/> (2015年12月3日参照)

後藤秀作・森田澄人・棚橋 学・松林 修・中村光一・駒沢正夫・石原丈実・上嶋正人・林 雅雄・及川信孝・小林稔明・稲盛隆穂・佐伯龍男 (2010) 燃料資源地質図「東部南海トラフ」，数値地質図 FR-2，産業技術総合研究所地質調査総合センター。

金子信行 (2005) 千葉県天然ガス・ヨウ素資源。地質ニュース，no. 605，33-35。

佐脇貴幸・水垣桂子 (2005) 地熱資源と地熱発電・地中熱利用，千葉近辺の温泉。地質ニュース，no. 605，29-32。

佐脇貴幸・金子信行・前川竜男・猪狩俊一郎 (2015) 燃料資源図「関東地方」。燃料資源図 FR-3，産業技術総合研究所地質調査総合センター。

角 清愛・高島 勲 (編) (1980) 1:2,000,000 地質編集図 No. 20「日本地熱資源賦存地域分布図」，地質調査所。

鈴木宏芳 (1985) 関東平野の地中温度。防災科学技術センター研究報告，No. 35，139-154。

高橋雅紀 (2008) 関東地方の地質図と関東平野下の先中新統基盤深度図。日本地質学会 (編)「日本地方地質誌 3 関東地方」，朝倉書店，口絵 4。

棚橋 学・大澤正博・中西 敏・小田 浩・佐藤俊二・畑中 実・鈴木祐一郎・中嶋 健・徳橋秀一 (編) (2005) 燃料資源地質図「三陸沖」，数値地質図 FR-1，産業技術総合研究所地質調査総合センター。

矢崎清貫 (編) (1976) 1:2,000,000 地質編集図 No. 9「日本油田・ガス田分布図 (第2版)」，地質調査所。

---

SAWAKI Takayuki, KANEKO Nobuyuki, MAEKAWA Tatsuo and IGARI Shun-ichiro (2016) Fuel Resource Map "Kanto Region".

---

(受付:2015年12月3日)