

多重周回質量分析計を使用した燃焼生成物のリアルタイムモニタリング

関連製品：質量分析計(MS)

お問い合わせ先：日本電子株式会社 SI営業本部
TEL：03-6262-3568

はじめに

JMS-MT3010HRGA INFITOF は多重周回イオン光学系を採用し、小型でありながら高分解能を実現した飛行時間型質量分析計 (TOF-MS) である。多重周回イオン光学系では、イオンの飛行距離 (周回数) を変更することにより、任意に質量分解能を設定することが可能となる。例えば、低質量分解能条件では質量分離が困難な CO^+ (m/z 27.9949) と N_2^+ (m/z 28.0062) であっても、周回数を多く設定しイオンの飛行距離を長くすることにより高分解能条件下で質量分離することが可能となる。

これらのことから、JMS-MT3010HRGA INFITOF は、酸化燃焼ガス中の含有物質を、高質量分解能状態でリアルタイムにモニタリングするような用途に利用可能であると考えられる。そこで、本アプリケーションノートでは、メタノールを燃料とする「炎」の中に含まれているガス成分を、小型・高質量分解能 TOF-MS、JMS-MT3010HRGA INFITOF を用いてリアルタイムモニタリングすることを試みたので、その結果について報告する。

測定方法

メタノールを原料として使用する市販の「アルコールランプ」の「炎」を実験系として利用した。Fig. 1 に示したように、不活性処理されたフューズドシリカ・キャピラリーチューブ (長さ 50cm、内径 0.1mm) の一端をインターフェイスを解して JMS-MT3010HRGA INFITOF に接続し、チューブの逆側の先端を直接メタノールの炎の中に導入することにより、燃焼ガスを直接質量分析計内部に吸引することで測定を行った。

装置	: JMS-MT3010HRGA (JEOL Ltd.)
イオン化法	: EI
イオン化エネルギー	: 70 eV
質量分解能	: $R \geq 5000(m/z 28)$
サイクルタイム	: 500 ms/spectrum

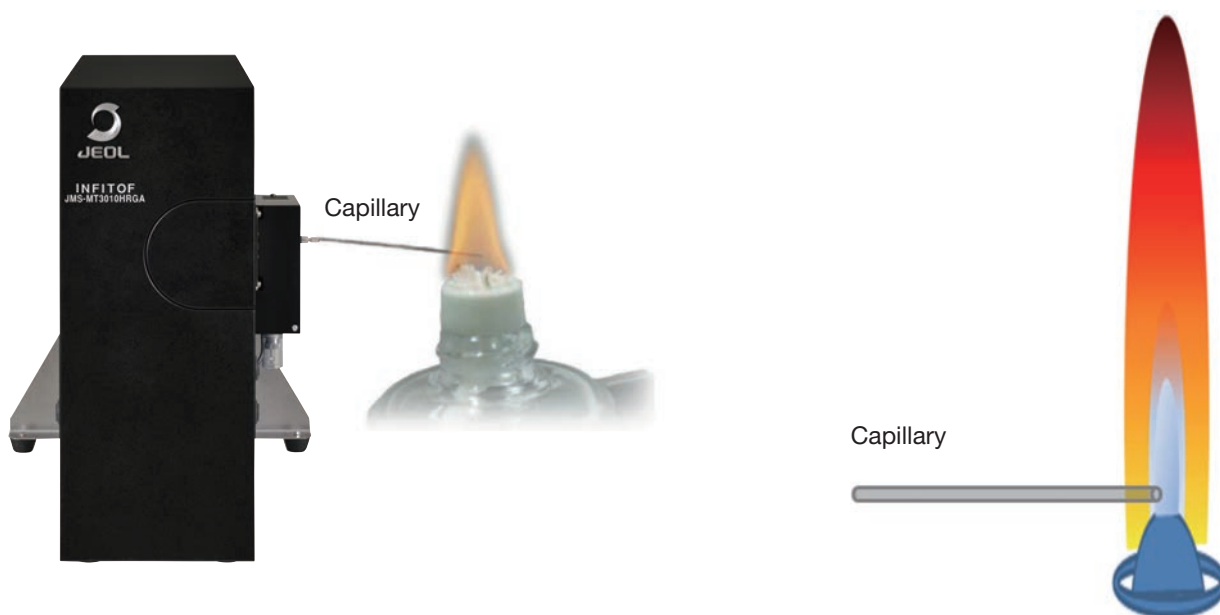


Fig.1 Experimental system (JMS-MT3010HRGA and alcohol lamp)

結果

着火前後に取得したマススペクトルを Fig.2 に示す。

燃芯の近傍にキャピラリーを設置した事により、着火前には大気成分である窒素 (N_2)、酸素 (O_2)、アルゴン (Ar) の他に気化したメタノール (CH_3OH) が検出された。

$O_2^{+\cdot}$ と $CH_3OH^{+\cdot}$ は同じ整数質量 ($O_2^{+\cdot}$: 31.9898, $CH_3OH^{+\cdot}$: 32.0262) をもつが、高い質量分解能により完全に質量分離でき、それぞれのピークをモニタリングできた。

着火直後、酸素とメタノールのピーク強度が減少し、着火前にはほとんど検出されていなかった水 (H_2O) や二酸化炭素 (CO_2) のピーク強度が徐々に高くなる様子がリアルタイムに確認できた。

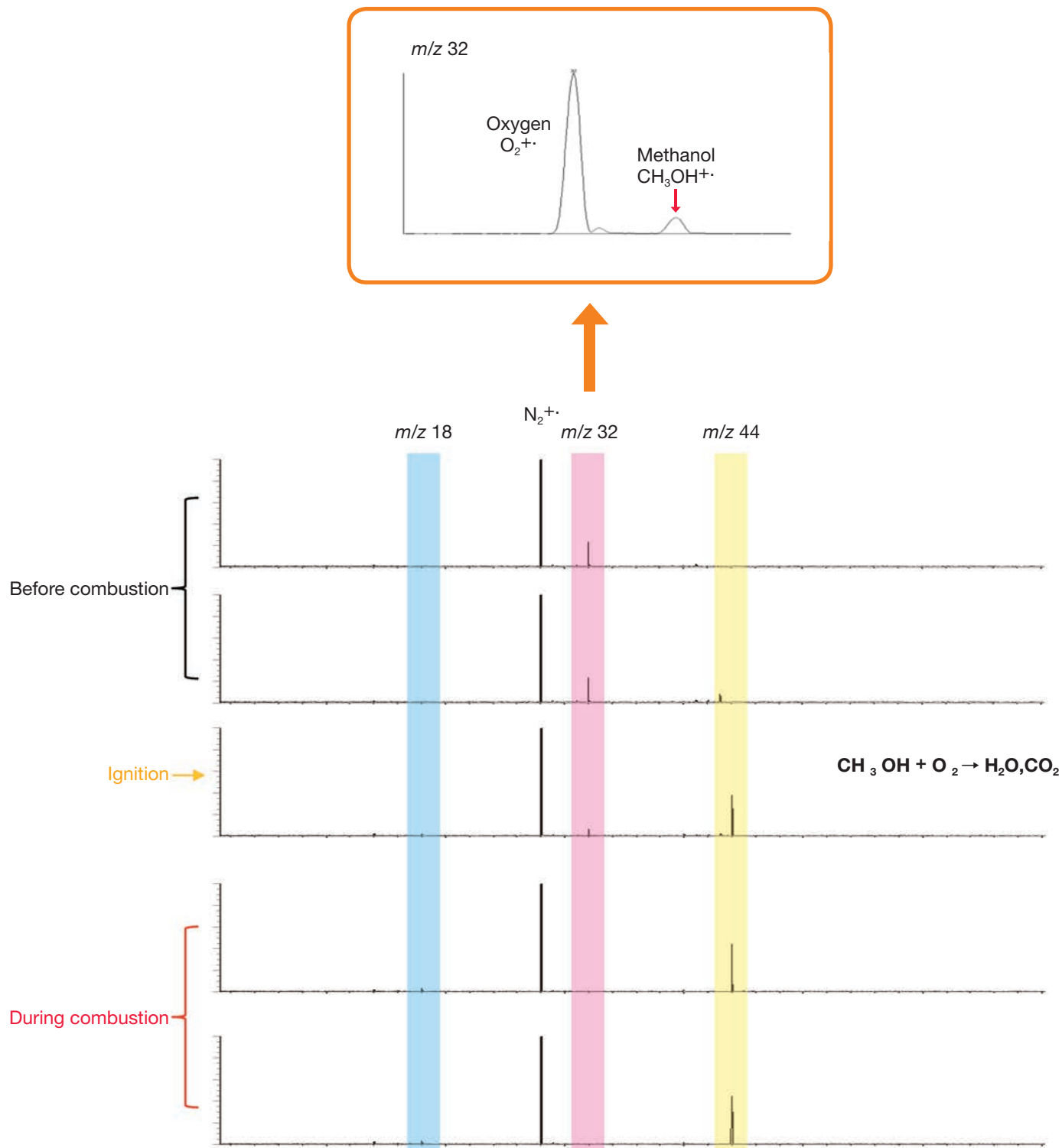


Fig.2 Behaviors of H_2O (m/z 18), O_2 (m/z 32) and CO_2 (m/z 44) in the combustion process.

着火前後の燃芯周辺のガス成分を詳細に解析するため、Fig.2 に示したマススペクトルのうち微小ピークを部分拡大したマススペクトルを Fig.3 に示す。図中の組成式は精密質量から計算した推定結果を示した。

燃焼中には H_2O^+ や CO_2^+ の他に、水素分子 (H_2^+) や一酸化炭素 (CO^+)、そして一酸化窒素 (NO^+) が検出された。これらガス成分は燃焼前には検出されていなかったため、燃焼による生成物だと考えられる。

また、燃焼によって大幅に減少した O_2^+ ピークも微小ながら確認でき、燃芯近傍の火炎中に O_2^+ の存在が示唆された。さらに、着火前にも確認された N_2^+ についても燃芯近傍の火炎中に存在することが示唆された。これは CO^+ と N_2^+ は m/z 28 と同一整数質量であるが、高分解能条件下で測定を行うことにより、各々を質量分離した形で個別に検出することができた。

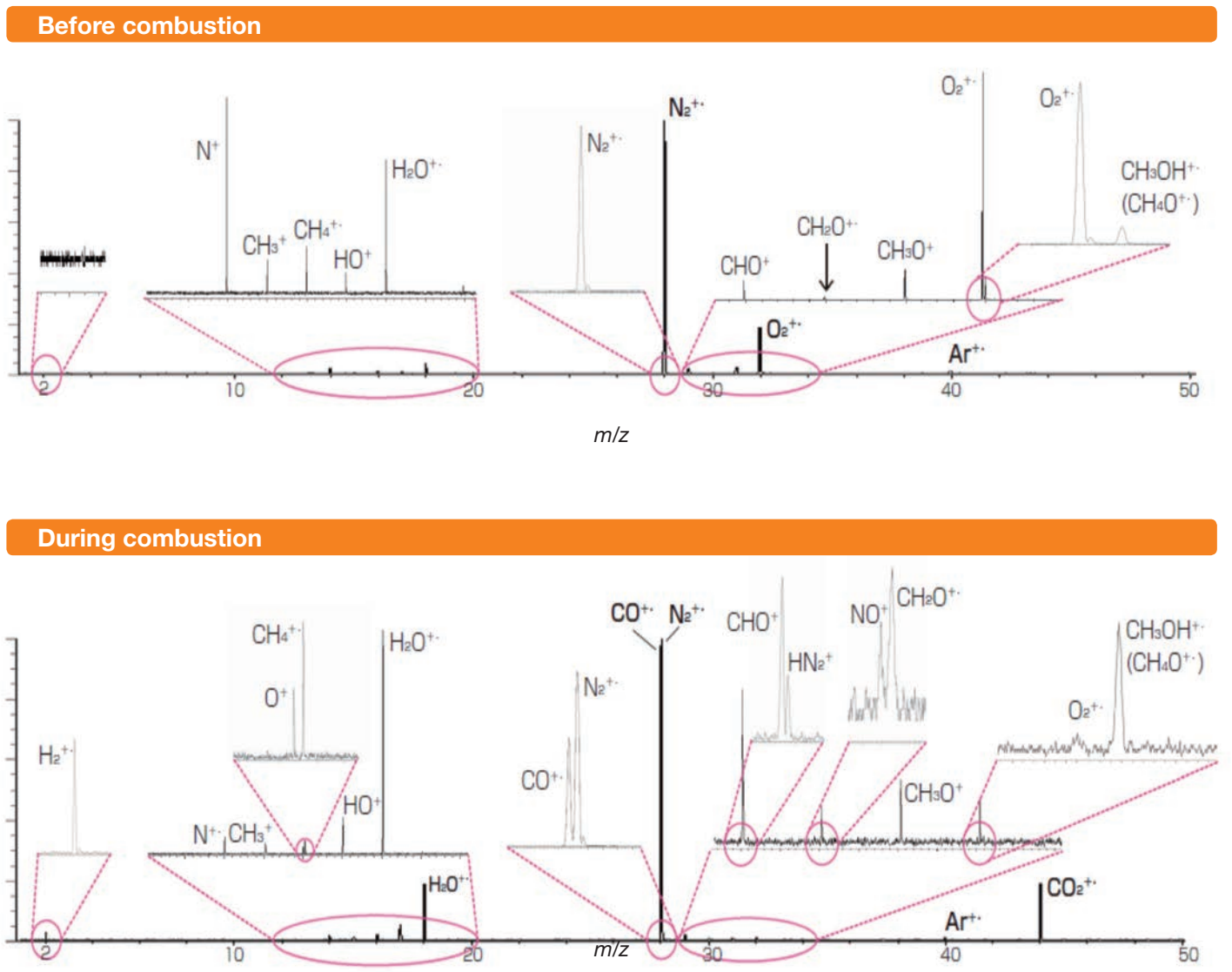


Fig.3 Mass spectra of out gases in before or during combustion.

リアルタイムモニタリングの他に、燃焼生成物、燃焼過程、解明の一助として、火炎の位置による化学種を詳細に解析し Fig4 に示す。燃芯のすぐ近く付近のガスからは、微小ではあるが H_2 に由来するピークが検出された。また、このピーク強度は燃芯から遠ざかるにつれて弱くなった。同様の傾向は CO_2 由来のピークについても観測された。これとは逆に、 H_2O 、 O_2 由来のピーク強度は燃芯からの距離が遠くなるに従い強度が大きくなる傾向であった。

Mass spectra by capillary position

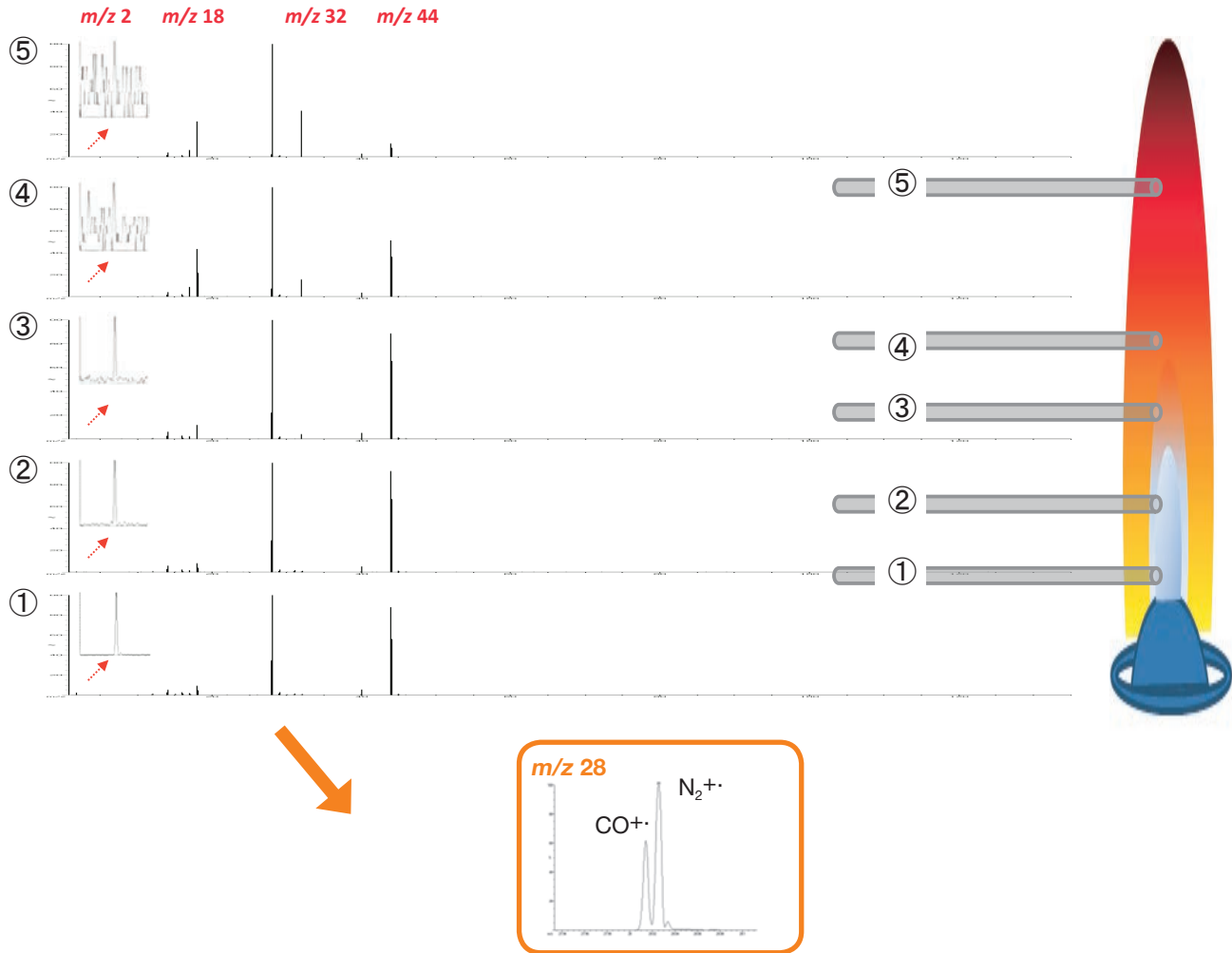


Fig.4 Mass spectra by capillary position combustion.

まとめ

今回の結果から、JMS-MT3010HRGA INFITOF は高い質量分解能を維持しながら燃焼ガス組成のリアルタイムモニタリングに対して有効な装置であることがわかった。特に、同一整数質量数を有する N_2 と CO 等を質量分離して連続的に検出するための高い質量分解能を維持したまま、低 m/z 領域において H_2 も同時に検出できることは、本装置の大きな特徴と言える。今回は「メタノール用アルコールランプ」と言う単純な系で実験を行ったが、今回の結果から、JMS-MT3010HRGA INFITOF は化石燃料やバイオ燃料の燃焼ガスの含有成分のリアルタイムモニタリングに対しても応用可能であると言える。

本誌の記事内容は予告なしに変更することがあります。

Copyright©2018 JEOL Ltd. All Rights Reserved.

このカタログに掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせ下さい。



本社・昭島製作所

〒196-8558 東京都昭島市武蔵野3-1-2 TEL: (042) 543-1111(大代表) FAX: (042) 546-3353
www.jeol.co.jp ISO 9001・ISO 14001 認証取得

東京事務所 〒100-0004 東京都千代田区大手町2丁目1番1号 大手町野村ビル

業務統括本部 TEL: 03-6262-3564 FAX: 03-6262-3589

ブランドコミュニケーション本部 TEL: 03-6262-3560 FAX: 03-6262-3577

SI営業本部 SI販売室 TEL: 03-6262-3567 FAX: 03-6262-3577

ソリューション推進室 TEL: 03-6262-3566 産業機器営業部 TEL: 03-6262-3570

SE営業部 TEL: 03-6262-3569 MEソリューション販売室 TEL: 03-6262-3571

東京支店 〒100-0004 東京都千代田区大手町2丁目1番1号 大手町野村ビル TEL: 03-6262-3580(代表) FAX: 03-6262-3588

東京 SI1グループ TEL: 03-6262-3581 東京 SI2グループ TEL: 03-6262-3582

東京 SI3グループ TEL: 03-6262-5586 ME営業グループ TEL: 03-6262-3583

東京第二事務所 〒190-0012 東京都立川市曙町2丁目8番3号 新鈴春ビル12階

ソリューションビジネス部 TEL: 042-526-5098 FAX: 042-526-5099

横浜事務所 〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3丁目6番4号 新横浜千歳観光ビル6階 TEL: 045-474-2181 FAX: 045-474-2180

札幌支店 〒060-0809 北海道札幌市北区北9条西3丁目19番地 ノルテプラザ5階

TEL: 011-726-9680 FAX: 011-717-7305

仙台支店 〒980-0021 宮城県仙台市青葉区中央2丁目2番1号 仙台三菱ビル6階

TEL: 022-222-3324 FAX: 022-265-0202

筑波支店 〒305-0033 茨城県つくば市東新井18番1

TEL: 029-856-3220 FAX: 029-856-1639

名古屋支店 〒450-0001 愛知県名古屋市中村区那古野1丁目47番1号 名古屋国際センタービル14階

TEL: 052-581-1406 FAX: 052-581-2887

大阪支店 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目14番5号 ニッセイ新大阪南口ビル11階

TEL: 06-6304-3941 FAX: 06-6304-7377

西日本ソリューションセンター 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目14番5号 ニッセイ新大阪南口ビル11階

TEL: 06-6305-0121 FAX: 06-6305-0105

広島支店 〒730-0015 広島県広島市中区横本町10番6号 広島NSビル5階

TEL: 082-221-2500 FAX: 082-221-3611

高松支店 〒760-0023 香川県高松市寿町1-1-12 パンフィックシティ高松5階

TEL: 087-821-0053 FAX: 087-822-0709

福岡支店 〒812-0011 福岡市博多区博多駅前2丁目1番1号 福岡朝日ビル5階

TEL: 092-411-2381 FAX: 092-473-1649

海外事業所・営業所 Boston, Paris, London, Amsterdam, Stockholm, Sydney, Milan, Singapore, Munich, Beijing, Moscow, Sao Paulo ほか

No. 2052F888E (Tp)