ディーゼル機関における白煙 及び黒煙の排出特性*

故 竹内貴一郎**・米沢 徹***
吉原福全****・深谷信彦*****

Characteristics of White and Black Smoke Emission
from Diesel Engine

By Kiichiro Takeuchi, Tohru Yonezawa, Yoshinobu Yoshihara,
Nobuhiko Fukatani

Emission characteristics of white smoke or soluble organic fraction (SOF) and black smoke or dry soot from diesel engine were studied by means of mini-dilution tunnel method and Soxhlet extraction method. Further, the contribution of lubricating oil and that of presoot ascribed to condensed hydrocarbon droplet to SOF emission were discussed. The influences of intake air temperature and humidity on SOF and dry soot emission were also studied.

It is shown that the characteristics of SOF and dry soot emission are well clarified against the CO_2 concentration considered to relate with the combustion temperature and O_2 concentration. The SOF emission per unit fuel consumed (SOF emission ratio) is high in the case of low CO_2 concentration region or light load because of the high presoot emission ratio in this region. The ratio of presoot to SOF is about 70% when the engine is in idling. On the other hand, lubricating oil emission ratio is almost constant over a wide range of load. So, in the case of heavy load; low presoot emission region; the ratio of lubricating oil to SOF becomes high.

The higher the intake air temperature, the lower is the SOF emission at the light load due to the decrease in presoot emission, while the dry soot emission is not varied. To raise the intake air humidity decreases not only the SOF emission, but also the dry soot emission, since the OH radical increases in the combustion process.

1. ま え が き

ディーゼル機関から排出される微粒子は大気汚染の原因になると考えられており、我が国でも排出規制の気運が高まりつつある。現在、各方面でディーゼル排出粒子に対する関心が集まっている。排出粒子は、有機溶媒に可溶性物質(SOF: soluble organic fraction)と不可溶性物質(dry soot)に分離できることが報告されているが¹⁾、それらの生成及び再燃焼機構が十分に解明されていないばかりか、SOFとdry sootの排出特性も十分には明ら

かにされていないのが現状である。筆者らはSOFとdry sootの分離法であるソックスレ抽出法あるいはMie散乱法を用いて実験室用の微小火炎中、及び炭化水素燃料を加熱した際にすすの前物質と考えられる凝縮炭化水素液滴が準安定物質として存在することを確認し、このすす前物質がサーマルクラッキング(熱分解)によりすすに成長することを見出した^{2,3)}。また、連続燃焼器を用いた研究においてもすす前物質からすすが容易に生成され、すす前物質の再燃焼過程においてもすすが生成されることがわかった⁴⁾。本研究はこれら一連の研究の延長線上に位置するもので、ディーゼル機関より排出されるSOFが上述のすす前物質とどのような関連をもつのか、SOFとdry sootの排出特性に注目し検討を行った。また、最近SOFのほとんどが潤滑油によって構成されているとする報告が最近なされているが⁵⁾、ディーゼル燃焼では、急速かつ膨張に伴う圧力降下により不完全燃焼生成物の排出割合が高く、すす前物質がSOFとして排出される割合が高くなることが予測され、併せて検討を行

* 原稿受付 昭和58年6月27日

昭和58年春季学術講演(昭和58年5月26日)

** 正会員 同志社大学工学部(京都市上京区今出川通烏丸東入ル)

*** 正会員 ヤンマーディーゼル(株)技術研究所(京都府乙訓郡大山崎町)

**** 学生会員 同志社大学大学院(京都市上京区今出川通烏丸東入ル)

***** 大阪ガス(株)(大阪市東区平野町5-1)

った。さらに、吸気温度及び吸気湿度のSOF及びdry soot排出に及ぼす影響についても調べた。

本研究では抽出されたSOFのうち、燃料より生成されたものをすす前物質と呼ぶことにする。また、dry sootはすすと同義語として用いた。さらに、SOFが排出された場合排気は白色あるいは青白色、dry sootの場合には黒色となることから、SOFを白煙、dry sootを黒煙として表現した部分もある。

2. 実験装置

供試機関は単筒水冷四サイクルディーゼル機関(ヤンマーディーゼルAS-18)であり、エンジンベンチ上でDCダイナモメータに連結して実験を行った。表1に供試機関の諸元を示す。用いた燃料は市

表1 供試機関諸元

Number of Cylinder	1
Cylinder Volum	866 cc
Cylinder Bore×Stroke	102×106 mm
Compression Ratio	20
Prechamber Volume/Dead Volume	45.7%
Injection Pump	Bosch Type
Injection Nozzle	DN 4 S1
Injection Timing	13.2° BTDC
Nozzle Opening Pressure	145 kg/cm ² {14.2 MPa}
Maximum Speed	2400 rpm {40.0 s ⁻¹ }
Maximum Output Power	18 PS {13.24 kW}

表2 燃料性状

Specific Gravity	0.8306
Distillation Temperature	
IBP	203.0°C {476.0 K}
50%	272.0°C {545.0 K}
90%	319.5°C {592.5 K}
EP	352.5°C {625.5 K}
Viscosity	3.559 cSt {3.559×10 ⁻⁶ m ² /s}
Sulfur Content W%	0.44%
Cetane Number	58
Calorific Power	10900 kcal/kg {45.56 MJ/kg}

表3 潤滑油性状

Specific Gravity	0.8742
Hue	ASTM 2
Flash Point	252.0°C {525.0 K}
Kinematic Coefficient of Viscosity	93.57
Viscosity Index	107
Pour Point	-15.0°C {258.0 K}
Viscosity	SAE 30#

図1 実験装置概略

販のディーゼル軽油であり、性状を表2に示す。また、用いた潤滑油の性状を表3に示す。図1に実験装置の概略を示す。吸入空気は温度・湿度コントローラによって温度-10~100°C、相対湿度0~100%(20°Cの場合)の範囲で任意に設定することができるようになっている(温度20°C湿度55%を基準条件とした)。また、この温度・湿度コントローラはサージタンクも兼ねており、吸入口にカルマン流量計を設け、吸入空気量の測定を行った。さらにピュレット式燃料流量計を用いて燃料消費量を測定し、空気過剰率の測定ができるようにした。筒内圧力はピエゾ型圧力変換器を用いて測定し、マイクロコンピュータにより、P-V線図及び温度サイクル線図の自動記録を行った。その他に、排気温度、冷却水温度、シリンダヘッド温度の測定を行い、実験時のエンジンの状態を記録した。

微粒子の測定は分流希釈法、すなわち排気の一部を乾燥空気で希釈混合し、水分の影響をなくして、フィルタ法によって行った。粒状物質の希釈にあたっては安定な希釈が行えるように圧力調整をするため希釈管内にバタフライバルブ及び円錐状の円筒を設けた。希釈率は排気管内のNO_x濃度と希釈管内のNO_x濃度の比より測定した。この際、排気管内のNO_x濃度はドライベースで、また希釈管内のNO_x濃度はウェットベースで測定されるので、水蒸気分圧を考慮して希釈率を求めた。NO_x濃度は、ダイナミックレンジの広い化学発光NO_x濃度計(堀場MEXA-C1)を用いて測定した。フィルタは公称濾過径が0.3μmのテフロン製のものを用い、あらかじめ乾燥器内で乾燥させたフィルタの重量を測定後、SOF及びdry sootを採取し、再度乾燥器内で6時間乾燥後重量を測定し、その差をSOF及びdry sootの総重量とした。乾燥器内の温度は50°Cとした。また、用いたフィルタのSOF

及び dry soot の捕集効率はバックアップフィルタを用いて測定したところ、すべての条件で 99% 以上であった。SOF 及び dry soot の総重量を測定後、試料をソックスレ抽出により分離し、SOF 及び dry soot それぞれの重量を測定した。溶媒にはジクロールメタンを用い、抽出時間を 8 時間とした。ソックスレ抽出により測定された SOF と dry soot の重量の和は、ソックスレ抽出を行う前に測定した総重量と $\pm 5\%$ の精度で一致した。ガス分析は、 NO_x 濃度の他に CO_2 、CO 及び THC について、非分散赤外分析計を用いて行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 dry soot の排出特性 図 2 に dry soot の総排出量を空気過剰率 λ に対して示す。空気過剰率が 1 近傍で dry soot の排出量が急増するが、これは吐煙限界に近づくためであると考えられる。また図 3 に示す燃

料噴射量当りの dry soot の排出割合から、空気過剰率が低い領域では、同一の空気過剰率であっても、回転速度が高くなる程 dry soot の排出割合が高くなることがわかる。これは、回転速度によって、燃烧に有効な空気の利用率、燃烧時間等が異なるため、すすの生成量及び再燃焼量が異なることによるものと考えられる。一方、低負荷領域では dry soot の排出量は極めてわずかであり、この領域において dry soot の排出がほとんど問題にならないことがわかる。

3.2 SOF の排出割合 図 4 に空気過剰率に対する燃料噴射量当りの SOF の排出割合を示す。図において、空気過剰率が高い低負荷領域で SOF の排出割合が高くなっており、これは dry soot の場合と比較すると排出傾向が逆になっていることがわかる。図 5 に CO_2 濃度に対する SOF の排出割合を示す。いずれの回転速度においても、SOF の排出割合がほぼ一曲线で示されること

図 2 dry soot の排出量

図 4 SOF 排出割合

図 3 dry soot 排出割合

図 5 CO_2 濃度に対する SOF の排出割合

がわかる。空気過剰率に対して整理する場合には回転速度によってSOFの排出割合が異なっているが、これは特に低負荷領域においてわずかの CO_2 濃度の差が空気過剰率では大きく拡大されるためと考えられる。さらに、 CO_2 濃度に対して、COあるいはTHCの濃度が無視できる空気過剰率の領域においては、 CO_2 濃度は燃焼時の総発熱量に対応するが、図6に示すように CO_2 濃度は排気温度にもよく比例することがわかる。回転速度によって冷却損失及び排気損失割合が異なり、排気温度が変化することを考慮すると、 CO_2 濃度は燃焼中の平均的な温度にも対応するものと考えられる。よって CO_2 濃度で整理することは、平均的な燃焼温度に対して整理することと等価であると言える。図5に示すように排出量が一義的に決定されることより、SOFの排出割合を考える場合 CO_2 濃度に対して整理するのが都合が良いと言える。

図6 CO_2 濃度と排気温度の関係

さて図5より、排出量を示す曲線は、 CO_2 濃度が高い領域で平坦であるのに対し、 CO_2 が低い領域では急な勾配を示し、 CO_2 濃度が低い領域と高い領域でSOFの排出機構が異なることが推測される。SOFの排出割合の急勾配の領域は CO_2 濃度で1~2%の範囲、燃料のC/H比を仮りに1とすると、酸素濃度に換算して約19~17%の領域であり、この領域でのSOFは急激な減少を O_2 濃度により説明することは困難である^{6,7)}。総括的なすすの生成反応あるいはすす前物質からすすへの成長反応がアレニウスの反応速度式で示されること^{8~11)}を考慮すると、 CO_2 濃度の低い領域での急な勾配は、燃焼温度による影響であると考えられ、SOF中に含まれる凝縮炭化水素液滴であるすす前物質が温度の上昇に伴い熱分解を受けてすすに成長するためと考えられる。一方 CO_2 濃度が高い領域では、すす前物質のほとんどはすすに熱分解されると考えられ、この領域でSOFの排出割合がほぼ一定であるのは潤滑油の排出によるものであることが

推測される。これらの事柄をさらに詳しく調べるため、図7に示すような計5種類のモードで機関の運転を行い、無負荷運転時においてSOF中に含まれるすす前物質の割合を測定した。すなわち、無負荷運転とモータリングをくり返し、それぞれの運転時間割合を変化させてSOFの排出量を測定し、その変化量より無負荷運転時のみ排出されるすす前物質の排出量を推定した。本研究では機関回転速度を1000 rpm、5分を1サイクルとし、無負荷運転の時間を5, 4, 3, 2及び0分とする計5種類のモードで一定時間(サンプリング時間30分を標準)機関を運転し、SOFの排出量の測定を行った。図8に測定結果を示す。なお、横軸は噴射量を示しており、サンプリ

図7 運転モード

図8 無負荷運転時におけるSOF中のすす前物質と潤滑油の割合

ング期間中に占める無負荷運転時間の割合に対応している。すなわち、図中に示されているプロットは噴射量の少ない方から順にモードⅠからⅤまでの条件で測定された結果である。これより、モードⅠすなわち噴射量が0の場合におけるSOFは潤滑油である。また、SOFの排出量が噴射量の一次関数となっており無負荷運転とモータリング状態を短い時間間隔でくり返すことより、エンジン状態(潤滑油温度、冷却水温度等)ができるだけ一定に保たれるようにしたので、モータリング時と無負荷運転時で潤滑油の排出量が変わらないと考えられる。よって、図中に示すように、無負荷運転時において排出されるSOF中約70%がすす前物質であることがわかる。

次に潤滑油の排出について考える。図5に示す結果より、高負荷時においてSOFのほとんどが潤滑油であると推測されることは、上に述べたとおりであるが、同図中縦軸は単位燃料噴射量当りの排出量(排出割合)が示されており、この領域で潤滑油の排出割合が回転速度及びCO₂濃度によらずほぼ一定となっている。負荷が一定であれば燃料噴射量はほぼ回転速度に比例すると考えられ、また潤滑油の排出量は図9に示すように回転速度に伴って増加することから、その排出量は同一負荷すなわち同一CO₂濃度で回転速度によらずほぼ一定となるものと考えられる。また、負荷が高くなると燃料噴射量が増加するが、それに伴い潤滑油の温度が上昇して粘度が低下するため、潤滑油の排出量が増加するものと考えられる¹²⁾。よって負荷の増加に伴う、燃料噴射量の増加と、潤滑油の排出量の増加が相殺し合い、単位燃料噴射量当りの潤滑油の排出量が負荷によらずほぼ一定になるものと考えられる。

以上のことから、すす前物質の排出割合の高い低負荷領域においても潤滑油の排出割合は一定であると考えられるから、図5においてSOFの排出割合より、潤滑油の排出割合を差し引くと、無負荷運転時ではSOF中約

60～80%がすす前物質によって占められることになり、図8において示した結果とよく一致する。このことから、高負荷時において排出されるSOFのほとんどが潤滑油であるとした推測が妥当なものであること、及び低負荷時にSOFの排出割合が高いのはすす前物質の排出に基づくものであることが明らかである。

3.3 吸気温度の影響 図5よりSOFの排出割合が急激に増加し始めるのはCO₂濃度で約3%である。無負荷運転時の排気温度が100～200℃、CO₂濃度で約2%であることを考慮すると、SOFの排出割合が高くなるのは無負荷運転時を含む低負荷領域のわずかの運転条件の範囲である。この範囲でSOFの低減化を計るならば、排気温度すなわち燃焼温度をわずかに上昇させればよく、EGRなどの手法により吸入空気温度を上げることとは有効な手段であると考えられる⁹⁾。そこで、特に低負荷運転時についてSOF生成に及ぼす吸気温度の影響を調べてみた。図10に吸気温度を20、40、70℃と変化させ各運転モード(図7参照)で運転した場合のSOFの排出量を示す。同図は吸気温度が20℃の場合はモードⅠ～Ⅴの各条件で、他の温度の場合についてはモードⅠ、Ⅲ、Ⅴの条件で行った結果であり、燃料噴射量に対するSOF排出量が示されている。回転速度は1000 rpmとした。吸気温度が高くなるにしたがい直線の傾きが小さくなり、SOFの排出量が減少することがわかる。また、モードⅠすなわちモータリング時のSOFの排出量が吸気温度に無関係に一定である。潤滑油の排出は潤滑油の粘度に強く影響すると考えられ、冷却水温度あるいは燃焼室温度が高くなると、潤滑油の粘度が低下するため潤滑油の排出量が増加すると思われるが、吸気温度の20～70℃程度の変化では潤滑油の粘度の変化が少なく、排出量はほぼ一定であることがわかる。以上のことから、無負

図9 モータリング時における潤滑油の排出量

図10 SOF排出に及ぼす吸気温度の影響

荷運転時において吸気温度を上げることによりSOFが減少するのは、SOF中のすす前物質が減少するためであると考えることができる。

図11に同一条件におけるdry sootの排出量を示す。これより、吸気温度が70℃の時わずかにdry sootの排出量が減少するものの吸気温度の変化によってdry sootの排出量が変化しないことがわかる。

図12に吸気温度の上昇によるSOFの排出割合の減少を示す。回転速度は1000 rpmで負荷が0, 1/4, 1/2の場合についての測定結果である。同図より、負荷が低くなるほど吸気温度の上昇によるSOFの減少が著しいことがわかる。吸気温度を上げると排気温度も上昇する。そこでSOFの排出割合を排気温度に対して示すと、図13のように吸気温度を20℃に固定し、回転速度一定で

図11 dry soot 排出に及ぼす吸気温度の影響

図12 SOF排出量に及ぼす吸気温度の影響

図13 排気温度に対するSOF排出割合

負荷を変化させた場合の排気温度に対するSOFの排出割合を示す曲線にはほぼ一致する。これより排気温度が150℃以下の領域での排出割合の減少が著しいことがわかる。また、排気温度は図6に示すように回転速度が同じであればCO₂濃度に比例することより燃焼中の平均的な温度に対応するものと考えられ、これを考慮すると吸気温度の上昇によるSOFの排出割合の減少は、燃焼中の平均的な温度が高くなることによるものと言うことができる。

3.4 吸気湿度の影響 図14に吸気湿度を変化させた場合のSOF及びdry sootの排出割合を示す。機関運転条件は1000 rpm, 1/4 負荷である。同図より、吸気湿度を高めると、SOF及びdry sootの排出割合が減少することがわかる。吸気温度を高めた場合にはSOFの排出割合が減少するもののdry sootの排出割合はほと

図14 SOF及びdry soot 排出割合に及ぼす吸気湿度の影響

んど変化しないのに対し、吸気湿度を高めた場合にはSOFだけではなくdry sootの排出割合も減少し、SOFあるいはdry sootの排出低減の機構が両者の場合で異なるものと考えられる。SOF及びdry sootの排出に及ぼす吸気湿度の影響は以下のように説明される。すなわち吸気湿度を高めると、燃焼過程のOHラジカルの濃度が高くなることが予想され、OHラジカルによってSOF及びdry sootの再燃焼が促進された結果^{13,14)}、SOF及びdry sootの排出割合が低下したものと考えられる。これより吸気湿度はSOF及びdry sootの排出に強くかわかり、吸気湿度を高めることによりSOF及びdry sootの排出量を低減することができる。また見方を変えれば、SOFあるいはdry sootの排出特性を調べる場合、吸気温度はもちろんのこと、吸気湿度をもコントロールして測定しなければならないことがわかる。

4. ま と め

ディーゼル機関より排出される粒状物質を分流希釈法及びフィルタ法によってサンプリングを行い、SOF及びdry sootの排出特性の測定及びSOFを構成すると考えられるすす生成過程におけるすすの前段階物質である凝縮炭化水素液滴(すす前物質)と潤滑油の排出割合の検討を行った結果、以下に示す事柄が明らかとなった。

1. dry sootの場合は高負荷時に排出割合が高いのに対し、SOFの場合は低負荷時に排出割合が高くなり、ほぼ反対の排出傾向を示す。SOFの排出割合はCO₂濃度に対して一義的に表され、CO₂濃度の低い低負荷運転条件のごく限られた範囲内(CO₂濃度が1~3%)で排出割合は急な勾配を持つ。これは、SOF中に占めるすす前物質の割合が高く、わずかの温度上昇によって熱分解されてすすに成長するためである。また、CO₂濃度が3%以上の領域では、SOFの排出割合はほとんど変化せず潤滑油の割合が高くなることが推測された。

2. さらにSOFの排出割合の高い無負荷運転時においてSOF中約70%がすす前物質、残りの30%が潤滑油であることが分った。

3. 吸気温度を高めると、SOFの排出割合は減少するがdry sootの排出割合はほとんど変化しない。吸気温度を高めることによるSOFの排出割合の低下は、SOF中に含まれるすす前物質の排出割合が低くなるためであり、低減割合は負荷が低いほど著しい。

4. 吸気湿度を高めると、燃焼過程OHラジカルの濃度が高くなり、OHラジカルによるSOF及びdry sootの再燃焼が促進されるためSOF及びdry sootともに排出割合が減少する。

謝辞：本研究を行うにあたり、ご協力をいただいた堀場製作所、石田耕三氏ならびに実験に熱心に協力された本学学生、早川敏彦、大橋保之、両君に対し感謝の意を表します。

文 献

- 1) Fundenbusch, E. F., ほか2名, SAE Paper, 790418 (1979-2).
- 2) Takeuchi, K., ほか3名, Proc. ASME-JSME Thermal-Eng. Conf., Vol. 4 (1983-3), 355.
- 3) 吉原, ほか3名, 第20回燃焼シンポジウム講演論文集 (1982-12), 196.
- 4) 有山, 1982年度同志社大学修士論文.
- 5) Kageyama, K. and Kinehara, N., SAE Paper, 820181 (1982).
- 6) Magnussen, B. F., 13th Symp. (Int.) on Comb., (1971), 869.
- 7) Lee, K. B., ほか2名, Combust. Flame, 6 (1962-9), 137.
- 8) Tensner, P. A., ほか2名, Combust. Flame, 17(1971), 253.
- 9) Tensner, P. A., ほか4名, Combust. Flame, 17(1971), 279.
- 10) Farmer, R., ほか2名, Proc. Symp. (Int.) on Particulate Carbon, (1981), 299.
- 11) 三木, ほか3名, 機講演, No.834-11(1983), p.57.
- 12) Mayer, W. J., ほか2名, SAE Paper, 800256 (1980-2).
- 13) Schug, K. P., ほか2名, Combust. Sci. Tech., 22(1980), 235.
- 14) Femimore, C. P. and Jones, G. W., J. Phys. Chem., 71-3 (1967-2), 593.

〔質 疑 応 答〕

質問者 東京商船大学 岡田 博

〔質問〕 1. 図4において、 λ が大きい側でもSOF量が増加(大きくなる)するのはどのような理由によるのでしょうか。 λ がかわっても回転数が同じであれば、排気ガス量/分は同じで、単位燃料油あたりの空気量(酸素量)が多くなれば、SOF量はむしろ少なくなると思われますが。

2. 図5において、CO₂が1~3%の領域でSOFが急激に減少するのは、燃焼温度の上昇(図6より求めると約100℃以下の排気温度の上昇に相当する)に伴い熱分解を受けてすす(まえがきの説明によると“dry soot”と同義語)に成長すると述べられておりますが、図3の同じCO₂濃度(1~3%)の領域でdry sootの排出割合も減少する傾向にありますので、燃焼温度の上昇のみで説明できないのでしょうか。

〔回答〕 1. 本文中において記述したようにSOFの排出割合(mg/g of fuel)は酸素濃度よりも燃焼温度の影響を強く受けるため、燃焼温度の低い低負荷領域でSOFの排出割合が高くなった。

2. dry sootはSOFの熱分解により生成される一方、再燃焼されており、dry sootの排出量からdry sootの生成量を議論することはできないと考えられる。

質問者 工業技術院機械技術研究所 紺谷和夫

〔質問〕 1. 簡単なことで恐縮ですが、お教え下さい。SOF等の絶対量のオーダーを知りたく、縦軸の単位が、mg/min of exhaustとなっておりませんが、min of exhaustとは何の意味でしょうか。なお、mg/g of fuelで表現するとどの程度の量でしょうか。

2. 結論中にて、SOFの排出割合はCO₂濃度に対して一曲線で表わされる、と述べられておりますが、その物理的理由をお教え下さい。CO₂に対して一義的に決まるのならば、残存O₂量に対しても同様と思いますが、O₂量の方が物理的影響を持つのではないのでしょうか。

〔回答〕 1. mg/min of exhaustは排気中に占めるdry sootあるいはSOFのtotal emissionを指して表現した。不明瞭なためmg/minに改める。またmg/g of fuelは上記の値を燃料噴射量(g/min)で除した値である。

2. もちろんO₂濃度に対してもCO₂の場合と同様にSOFの排出割合が一曲線で示されるものと考えられる。しかし、本文中にも記述したようにCO₂濃度が低い、SOFの排出割合の高い領域においてはO₂濃度よりも燃焼温度による影響が強いと考えられ、総発熱量に係るCO₂濃度で整理するのがより適当であると考えた。

質問者 東亜燃料工業(株)中央研究所 天野錦蔵

〔質問〕 図1実験装置におけるFilter部温度はSOF/sootに影響を与えるものと思われる。実験の中ではどのようにコントロールされたか。又、Filter部温度とSOF/sootとの関係は検討されたか。

〔回答〕 特にフィルタの温度調節は行わなかったが、希釈サンプリングを行っていることより、全実験条件の範囲でサンプルの温度が60℃以下の範囲に入っていることを確認した。