

平成24・25年度ものづくり中小企業連携支援事業

(戦略的基盤技術高度化支援事業)

**「建設機械及び自動車用バイオディーゼル
燃料性状センサーの開発」**

研究開発成果等報告書

平成26年3月

委託者 中国経済産業局

委託先 公益財団法人ひろしま産業振興機構

目次

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	1
1-1-1 研究開発の背景・研究目的	1
1-1-2 研究開発の概要	1
1-1-3 研究開発の目標	1
1-1-4 研究開発の実施内容	2
1-1-5 研究開発の所在地	4
1-1-6 研究開発の期間	5
1-2 研究体制	5
1-2-1 研究組織	5
1-3 成果の概要	6
1-4 当該研究開発の連絡窓口	7

第2章 本論

2-1 バイオディーゼル混合燃料性状及び濃度の複合センシングの開発	8
2-1-1 計測アルゴリズム設計	8
2-1-2 計測回路・ソフトウェア設計	14
2-1-3 実機応用技術	20
2-2 樹脂成型を用いた低コスト化	21
2-2-1 構造設計	21
2-2-2 キャリブレーション工程	23
2-3 耐久信頼性	25
2-3-1 材料の耐久性検討	25
2-3-2 耐環境性能	37

第3章 研究成果のまとめ

3-1 達成目標と研究成果	40
3-1-1 研究目標達成状況	40
3-1-2 研究成果	40
3-2 研究により顕在化した技術課題	41
3-3 事業化展開について	42
3-3-1 研究成果の事業化見通し	42
3-3-2 量産化計画	42
3-3-3 販売計画	42

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-1-1 研究開発の背景・研究目的

地球温暖化防止や循環型社会に向けての取り組みが求められている中、建設機械や自動車から排出される二酸化炭素削減のために、世界的にバイオディーゼル燃料（BDF）の利用普及が進みつつある。一方で、建設機械市場やトラック業界においてはバイオディーゼル燃料の主成分であるFAME（脂肪酸メチルエステル）の過剰添加による不具合が問題となっており、故障検出プラットフォームの確立やリモートメンテナンスによる故障予防を行おうとしているものの、有効な検出手段が存在しないのが現状である。

本研究開発は、軽油中のバイオディーゼル燃料混合濃度と品質をリアルタイムで特定できる、安価なセンサーを開発することにより、建設機械等の市場不具合解消と自動車エンジン制御の実現に資することを目的とする。

1-1-2 研究開発の概要

軽油へのバイオディーゼル燃料の添加の有無やその濃度を検出できるセンサーは、現在市販されていない。これは軽油とバイオディーゼル燃料の識別が困難であることと、軽油自体のバラツキを正しく捉えないと添加量の濃度判定ができないことにあると思われる。

屈折率測定を原理とする光学センサーや動粘度を測定する熱式センサーでは一つの物理量しかとらえることができないため、濃度測定が不可能であるのはこの理由による。

本研究開発では動粘度と熱伝達率に着目し、これら二つの物理量を同時にしかもリアルタイムで計測でき、かつ、安価なバイオディーゼル燃料性状センサーを開発しようとするものである。

1-1-3 研究開発の目標

センシング	BDF検出の再現性	±0.5%
	BDF混合濃度検出精度	BDF添加量5%±2%
	BDF検出濃度範囲	0～50%
コスト	コスト	5,000円/個で販売可能な製造コスト
耐久信頼性	耐用年数	10年間
	(使用温度範囲)	-20℃～60℃
	(耐振動衝撃性能)	9G
	(耐電磁ノイズ性能)	自動車関連EMC指令(2004/104/EC)認可基準クリア
	(耐溶液性能)	軽油、BDF、その他

[研究開発の年度目標]

区 分	24年度（1年目）	25年度（2年目）
①バイオディーゼル混合燃料性状及び濃度の複合センシングの開発	○市場のBDF測定再現性±0.5%を達成する。 (環境温度：-20℃～60℃)	○24年度の結果を踏まえ、実車搭載環境下にて濃度検出精度±2%を達成する。 (検出濃度範囲：0～50%)
②樹脂成型を用いた低コスト化	○樹脂成型による試作品製作、評価とキャリブレーション工数を半減する。	○販売価格5千円のコスト検証を行う。
③耐久信頼性	○材料耐環境試験による加速係数導出と、対電磁ノイズ性能の実力把握を行う。	○24年度に導出した加速係数を使用し、センサーの耐久性10年の証明と自動車関連EMC指令の認可基準をクリアする。

1-1-4 研究開発の実施内容

① バイオディーゼル混合燃料性状及び濃度の複合センシングの開発

動粘度と熱伝導率の二つの物理性状を同時に捉えることにより、ディーゼル（軽油）燃料性状を検出するとともに、バイオディーゼル燃料の検出及びその添加濃度測定を可能とする複合機能センシング技術を開発し、実用レベルまで育成する。

① -1 計測アルゴリズム設計

市中での軽油やバイオディーゼル燃料の熱物性値には微妙な差がみられる。これら潜在的な物性差を補正し目標精度を達成するために、熱流体シミュレーション等による熱移動の検証や動粘度と補正値の相関性に着目し、性状と濃度の複合計測を可能とする最適なアルゴリズムを設計し、実用レベルまで適用可能なアルゴリズムとするための改良・設計を実施した。

担当研究実施者	実施場所	実施内容	達成目標
(株)サンエー	三次センサー	・複合計測技術の確立 ・発熱量、測定タイミングなどパラメータの最適化、アルゴリズム設計	実車搭載環境にて濃度測定精度±2%を達成する（濃度範囲0～50%）

① -2 計測回路・ソフトウェア設計

燃料の性状とバイオディーゼル燃料の濃度を同時に検出するためには、センサーの加熱時間や発熱量、測定タイミングなどのパラメータを最適化する必要がある。高精度アナログ・デジタル・コンバータを採用した電子回路を試作し、その出力データを処理する制御ソフト開発を行い、濃度測定精度をより高くするための最適条件を見出すことに取り組んだ。

担当研究実施者	実施場所	実施内容	達成目標
(株)サンエー	三次センサー	・耐ノイズ性能向上パターン設計 ・電子回路の試作	実車搭載環境にて濃度測定精度±2%を達成する（濃度範囲0～50%）
(株)高崎共同計算センター	マイクロシステム事業部	・外部インターフェースソフトとBDF測定、制御ソフトのチューニング改造	

①-3 実機応用技術

建設機械やトラックでは、悪路や傾斜地、極寒地や極暑地などの使用環境にても機能を達成する必要がある。

液揺れ、対流、温度変化などの環境外乱が測定精度へ与える影響を調査し、その結果を踏まえて対策を反映したセンサーにより、実車への搭載を想定した環境下で試験を実施し、センシング部周辺の構造設計や材質選定を行い、内臓マイコンによるデータ処理方法を改良・設計した。

担当研究実施者	実施場所	実施内容	達成目標
(株)サンエー	三次センター	・実車への搭載を想定した環境外乱による特性影響調査継続と対策検証。	実車搭載環境にて濃度測定精度±2%を達成する(濃度範囲0~50%)

② 樹脂成型を用いた低コスト化

軽油と灯油混合燃料を検出する既存の熱式センサーは、金属筐体の絞り加工によりセンサーパッケージや回路基板などを固定している。このため特殊な工具や煩雑な作業が必要な工程となっており、組立工数の削減が困難であった。しかも金属筐体を使用すると、ユーザーは電源回路とサブタンクを別途購入しなければならずコスト負担が大きくなる。

そのため本研究開発では、建設機械・トラックに標準装備として使用可能な製品に仕上げることを目標とし、燃料タンクに装着可能な電源回路一体型を達成するために、筐体の樹脂化を図り、低コスト化の実現を目指した。

②-1 構造設計

本センサーは熱移動により液種を判別するため、センシング部の周辺に発生する振動など外乱による液体の流れが大きな誤差原因となる。この外乱を抑えるためにはセンシング部をカバーで覆う必要があり、また、本センサーを設置する燃料タンク内には結露により水分が留まることが想定させるため、タンクの水抜き操作を行った時、同様にカバー内の水が抜ける構造にする必要がある。

熱流体シミュレーションにより得られた構造を基にして、組立工程を簡略化するため筐体を樹脂製とし、中に設置する部品はOリングや樹脂充填により固定する構造を決定し、成形金型を試作し樹脂製センサーカバーを製作し機能評価とコスト検証を実施した。

担当研究実施者	実施場所	実施内容	達成目標
(株)サンエー	三次センター	・樹脂成型構造体、検出部の外乱からセンサー機能を保護するカバー及び筐体の構造改良設計 ・機能評価 ・改良金型の設計、試作	カバー及び筐体構造の決定。

②-2 キャリブレーション工程

軽油と灯油を識別する既存の熱式燃料識別センサーでは、機能確保のためにキャリブレーション工程にて個別パラメータを算出している。バイオディーゼル燃料濃度測定を追加するためには、バイオディーゼル燃料の実液を使用したキャリブレーション工程をさらに追加する必要がある。

その際の製造コストを抑えるために、バイオディーゼル燃料の濃度特性および温度特性を算出するための測定点の削減を図った。

また、濃度測定精度をより向上させるためにキャリブレーション工程の評価・改良を行った。

担当研究実施者	実施場所	実施内容	達成目標
(株)サンエー	三次センター	・キャリブレーション用データ採取。 ・測定点の最小化検証 ・工程設計・評価	販売価格5千円のコスト検証。

③ 耐久信頼性

建設機械やトラックなどに広く用いることができるバイオディーゼル燃料性状センサーとして耐久性、信頼性を確保する。

② -1 材料の耐久性検討

ポリアセタール、ポリアミド66、ポリアミド12の3樹脂について引張試験片を整形し、3種燃料（バイオディーゼル燃料100%、バイオディーゼル燃料20%+軽油80%、軽油100%）、3温度（100℃、120℃、140℃）の各々に所定時間浸漬してから引張試験を実施する方法で耐久性予測を行い、ポコスト面も考慮して、適切な材料選定を行った。

担当研究実施者	実施場所	実施内容	達成目標
株サンエー	三次センター	<ul style="list-style-type: none"> 樹脂材料の選定に向け、バイオディーゼル燃料に対する樹脂耐性、温度耐性試験を継続実施 樹脂材料の選定 耐久性の検証 	耐久性10年の証明。
広島県立総合技術研究所	西部工業技術センター		

③ -2 耐環境性能

試作品を用いて実車搭載時の耐環境性能、耐電磁ノイズについて評価と改良を行い、開発目標達成を目指した。

担当研究実施者	実施場所	実施内容	達成目標
株サンエー	アドバンスト事業所	耐電磁ノイズ性能試験を実施	農業／林業用トラクターEMC指令（2009/64/EC）認可基準クリア。
株高崎共同計算センター	マイクロシステム事業部		
広島県立総合技術研究所	西部工業技術センター		

1-1-5 研究開発の所在地

①事業管理機関

公益財団法人ひろしま産業振興機構（最寄り駅：広島電鉄広電本社前電停）
〒730-0052 広島県広島市中区千田町三丁目7番47号

②研究実施場所

株式会社サンエー 本社（三次工場内）（最寄り駅：JR西日本芸備線三次駅）
〒728-0011 広島県三次市南畑敷町870番地38

株式会社サンエー 三次センター（最寄り駅：JR西日本芸備線西三次駅）
〒728-0011 広島県三次市十日市西四丁目4番1号

株式会社サンエー さいたま事業所（最寄り駅：JR東日本東北本線と野驛）
〒330-0071 埼玉県さいたま市浦和区上木崎一丁目10番17号

株式会社高崎共同計算センター 本社（最寄り駅：JR東日本両毛線高崎問屋町駅）
〒370-0006 群馬県高崎市問屋町二丁目7番1号

株式会社高崎共同計算センター

マイクロシステム事業部（最寄り駅：JR 東日本高崎線倉賀野駅）
〒370-0854 群馬県高崎市下之城町936-20

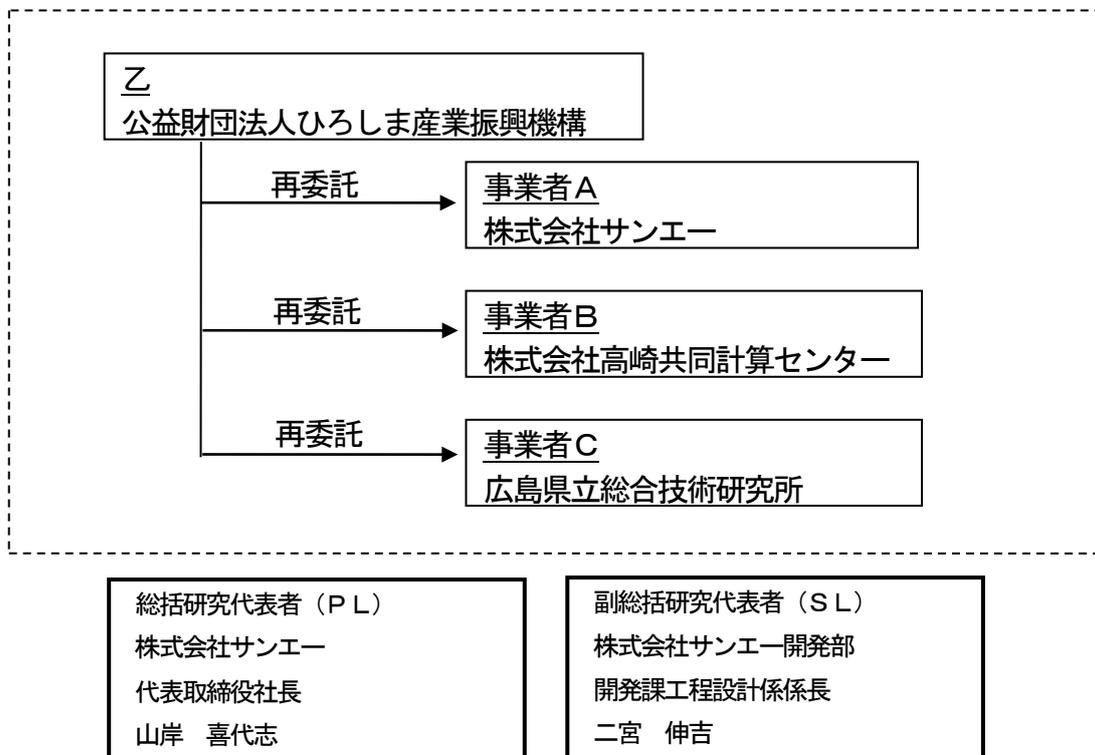
広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター（最寄り駅：JR 西日本呉線安芸阿賀駅）
〒737-0004 広島県呉市阿賀南二丁目10番1号
（本部：〒730-8511 広島県広島市中区基町10番52号）

1-1-6 研究開発の期間

平成24年10月17日 から 平成26年3月31日まで

1-2 研究体制

1-2-1 研究組織



1-3 成果の概要

① バイオディーゼル混合燃料性状及び濃度の複合センシングの開発

計測アルゴリズム設計の見直し、計測回路および回路搭載ソフトエアの改良により、バイオディーゼル燃料添加濃度検出精度を±5%にまで引き上げることができた。(目標: ±2%)

①-1 計測アルゴリズム設計

センサーチップ周囲の構造物性とセンサーの発熱量に対する媒体(燃料油)の流れや温度分布を熱流体シミュレータにより予測した。シミュレーションと実測から、現行のセンサーチップ発熱量では、バイオディーゼル燃料油の混合濃度検出精度を高める測定タイミングを決定し、それを適用した計測アルゴリズムの設計を完了した。

①-2 計測回路・ソフトウェア設計

実際の車両に搭載した時にセンサー情報を外部出力する機能をもつ外部通信インターフェースソフトを追加製作し、CAN通信データにてセンサーの情報を正常に出力できることを確認した。ただし、サンプル数が少ないため、引き続きデータの蓄積が必要である。

①-3 実機応用技術

内部形状を変更したセンサーカバーのサンプルを製作し、熱流体シミュレーションにより、液揺れによるセンサー特性の評価を実施した。しかしながら、平成24年度開発品に比べて、変更後形状の優位性は見いだせなかった。カバーの内部形状は変更しないこととした。

② 樹脂成型を用いた低コスト化

樹脂成型構造とキャリブレーション工数の半減により、販売価格8千円のコスト実現性が見えてきた。(目標: 販売価格5千円)

②-1 構造設計

熱流体シミュレーションによりセンサーカバー内での媒体の最大流速を検証した。

①-3 実機応用技術での液揺れ試験で優位性が出ておらず、シミュレーションでも同様の結果となった。

②-2 キャリブレーション工程

測定点の最小化5点にて、キャリブレーション工程環境構築した。

①キャリブレーションデータ収集、②センサー個別パラメータの算出、③センサー個別パラメータの書込みについて、それぞれ自動化を実現したことにより、キャリブレーション工程の作業工数を半減することが可能となった。

③ 耐久信頼性

耐久信頼性試験の結果から、選定した樹脂材料において、10年を超える耐久性を有することを確認できた。

③-1 材料の耐久性検討

筐体部分の樹脂材料については、10年の耐久性が担保されていると判断した。Oリング材料においては、FKMを使用することとした。

③-2 耐環境性能

改良したセンサーの耐電磁ノイズ性能試験を行い、開発目標の判定基準とe/Eマーキングレベルの耐性を十分にクリアしていることを確認した。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

〔事業管理機関〕

公益財団法人ひろしま産業振興機構

中小企業ベンチャー総合支援センター 研究開発推進担当 課長 (担当: 坂本 博史)

[住所] 〒730-0052 広島市中区千田町三丁目 7-47 (広島県情報プラザ内)

[TEL] 082-240-7700

[FAX] 082-242-7709

[E-mail] h-sakamoto@hiwave.or.jp

〔再委託先〕

株式会社サンエー センサー事業部 開発部 開発課 工程設計係 係長 (担当: 二宮 伸吉)

[住所] 〒728-0011 広島県三次市十日市西四丁目 4-1

[TEL] 0824-65-0245

[FAX] 0824-62-1463

[E-mail] ninomiya@sun-awks.co.jp

第2章 本論

2-1 バイオディーゼル混合燃料性状及び濃度の複合センシングの開発

【概要】

ディーゼル（軽油）燃料性状を検出するとともに、バイオディーゼル燃料の検出及びその添加濃度測定を可能とする複合機能センシングを開発する。

その手段として二つの物理性状を同時に捉える「高機能・複合熱式センシング技術」を開発する。

2-1-1 計測アルゴリズム設計

2-1-1-1 熱流体シミュレーション

(1) 内容

センサーチップ周囲の雰囲気及びセンサーの発熱量に対する媒体（燃料油）の流れ、温度分布を熱流体シミュレータにより観察して、媒体（燃料油）の流れ、温度分布が測定精度に与える影響を明らかにし、計測アルゴリズムを定式化させるための基礎情報を得る。

(2) 方法

構造設計のモデリングによって、センサー検出部の構造形状を決定した。熱流体シミュレータの各種条件設定を行い、シミュレーションによって、発熱量、発熱開始からの経過時間などを観点としてセンサー温度と媒体の流れを観察し、熱移動の状態を明らかにする。

- ①センサーキャップ内のチップ周囲の雰囲気を窒素および真空とした場合。
- ②センサーチップの発熱量を2倍にした場合。

(3) 結果と考察

- ①センサーチップに接するキャップ内部が窒素の場合と真空の場合の温度分布を図1、図2に示す。またこの時の温度推移及び温度差を図3に示す。

発熱直後は、キャップ内部が真空にした場合の温度が、窒素の場合よりも0.3℃程度上昇しているが、その後は温度差0.15℃以下程度となり、全体での温度上昇に対してその変化はわずかである。従って、通電直後の温度差はセンサー精度向上への影響はないと判断する。

- ②センサー発熱量を2倍にした場合の温度分布を図4、図5に示す。

- ③軽油においてのセンサー部の流速分布および最大流速推移を図6～図8に示す。発熱量の大きさに従ってセンサー部の流速差も大きくなる結果が得られた。

但し、重油については ほぼ対流が発生していない状態である。

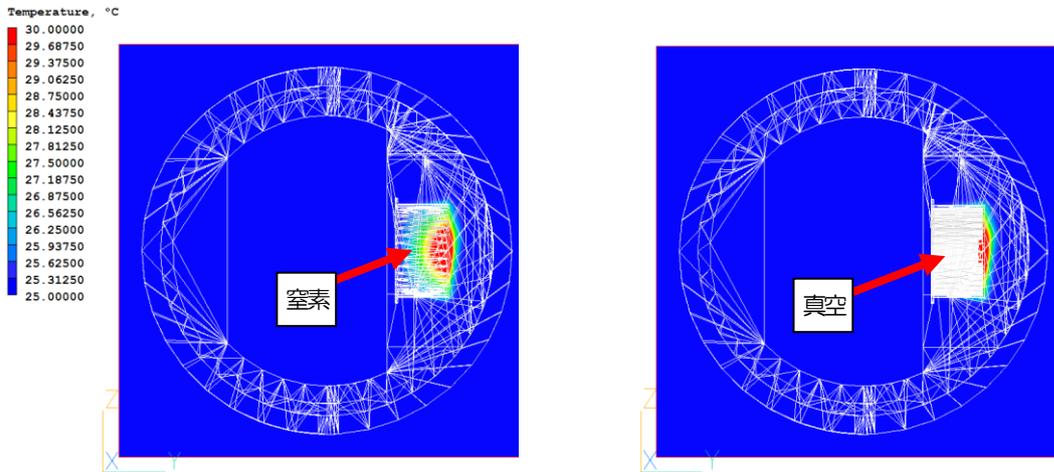


図1. 媒体の温度分布図（発熱直後）

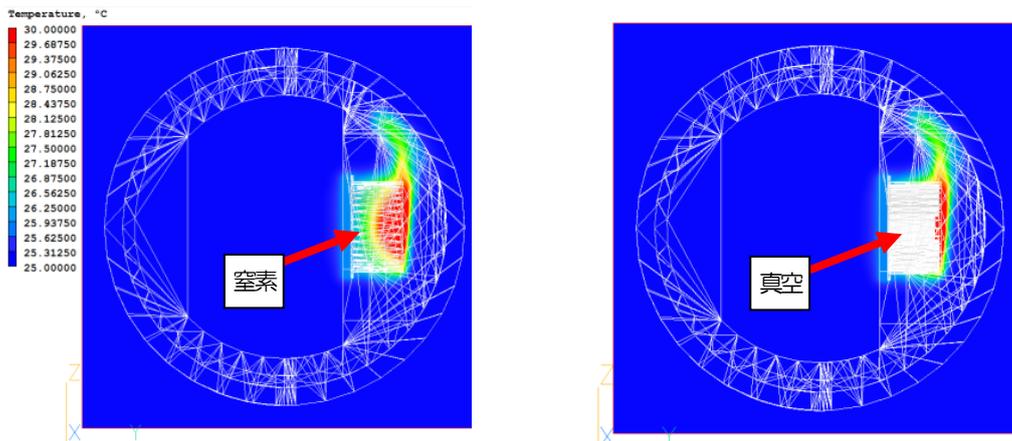


図2. 媒体の温度分布図（発熱後 10.0sec）

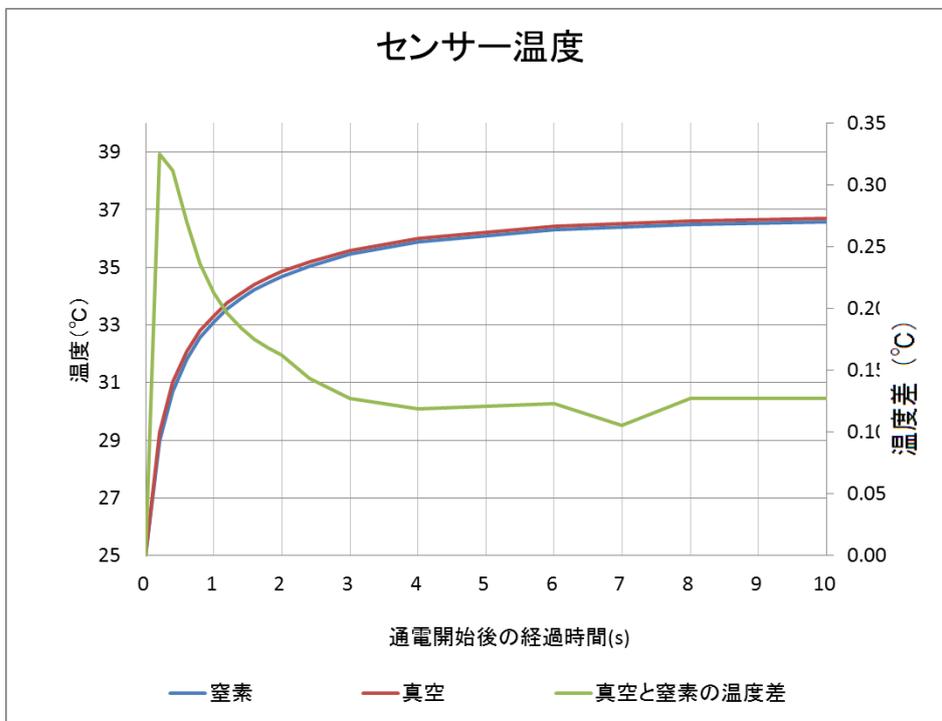


図3. キャップ内部雰囲気変更によるセンサー温度推移グラフ

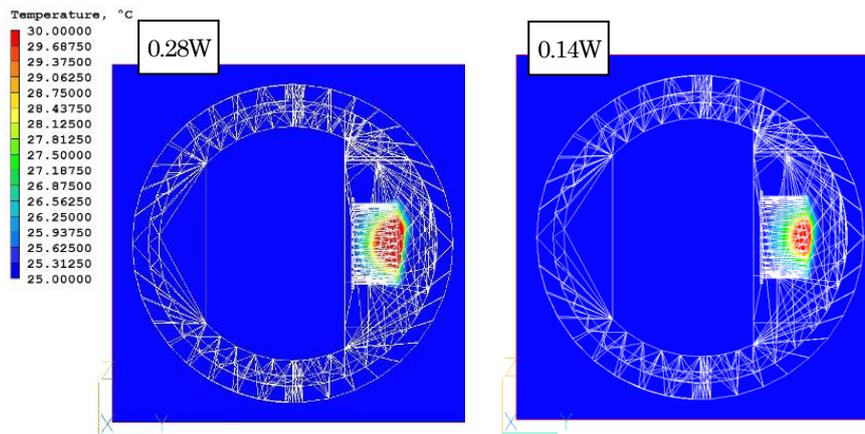


図4. 媒体（軽油）の温度分布図（発熱直後）

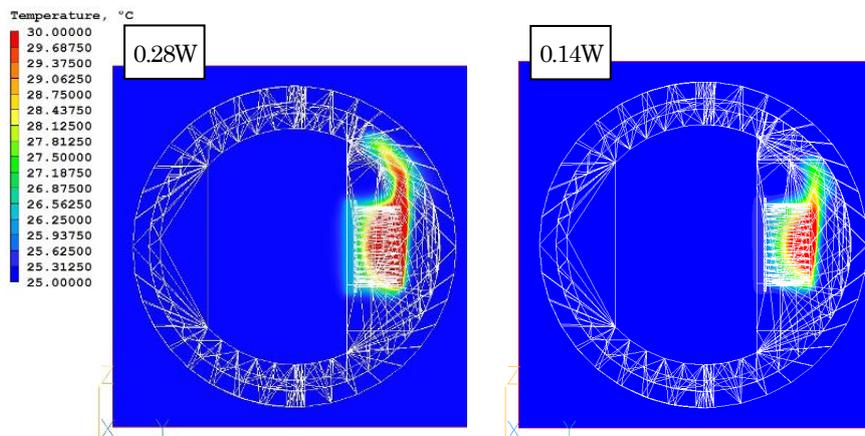


図5. 媒体（軽油）の温度分布図（発熱後 10.0sec）

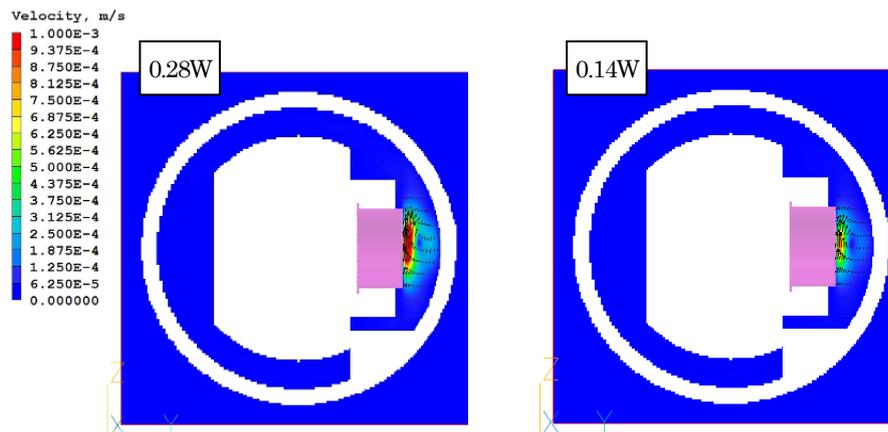


図6. 媒体（軽油）の流速分布図（発熱直後）

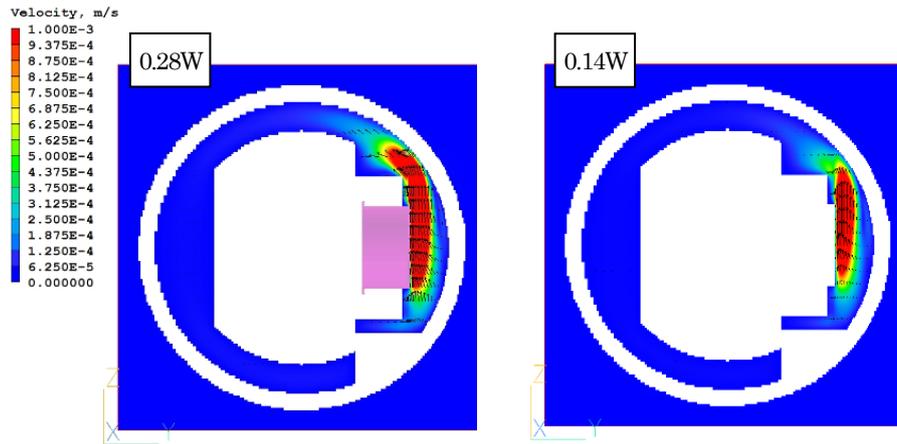


図7. 媒体（軽油）の流速分布図（発熱後 10.0sec）

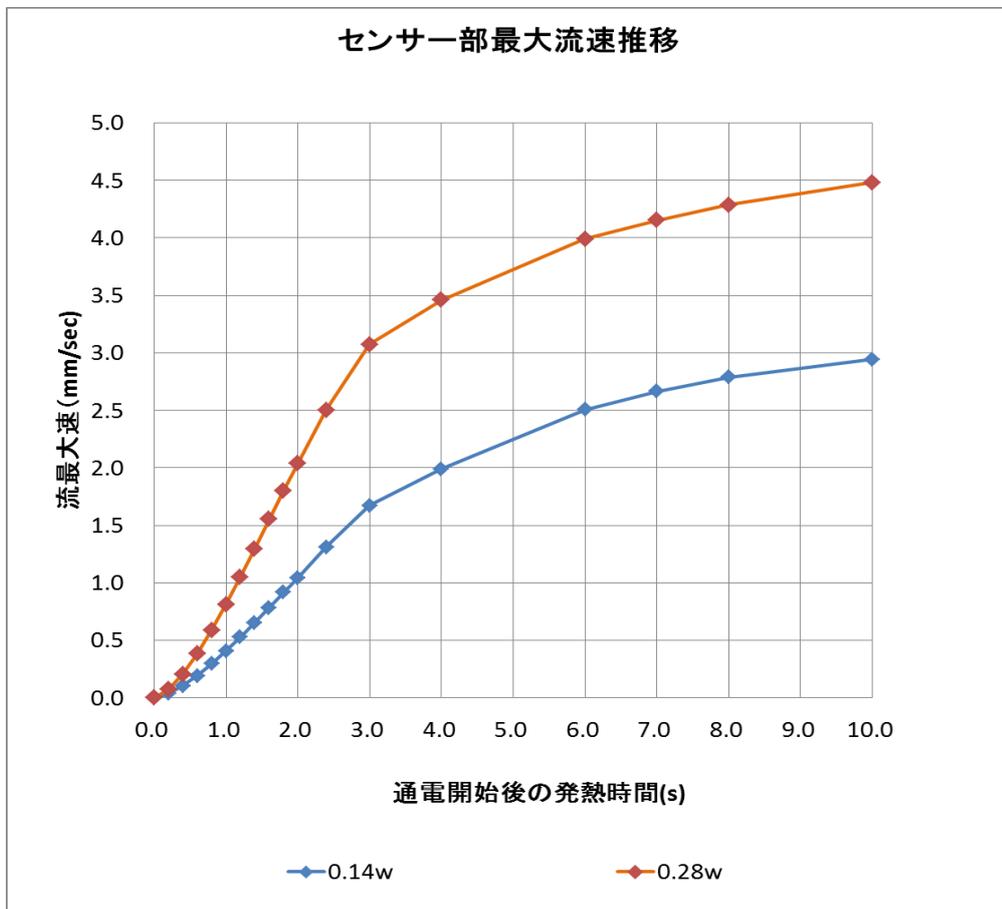


図8. 発熱量変更によるセンサー部流速推移グラフ

2-1-1-2 測定タイミングの検証

(1) 内容

2-1-1-1 熱流体シミュレーション 現行のセンサーチップ発熱量の場合、バイオディーゼル燃料油の混合濃度検出精度を高める測定タイミングは、発熱開始後、2 秒～3 秒付近が最適と考えられる。実際のセンサーで測定タイミングを変化させ温度特性の最適なポイントを見つける。

(2) 方法

発熱時間として設定可能な時間は 1.8 秒、2.3 秒、2.8 秒である。(その秒数の間、発熱する) それらの設定時間毎に、試験を行い、バイオディーゼル燃料油の混合濃度検出精度が高くなる測定タイミングを確認する。最適な測定タイミングにより出力及び測定精度を確認する。

(3) 結果と考察

各設定時間でのセンサー出力を図 9～図 11 に示す。これにより、発熱時間が液種毎の温度特性に影響を与えることが確認できた。

発熱時間 1.8 秒での検出は温度依存性一様となり、最も精度が良好となる結果であった。新規回路は上記結果より、1.8 秒設定時のセンサー出力確認を実施することとした。この時の測定誤差分布を図 12 に示す。

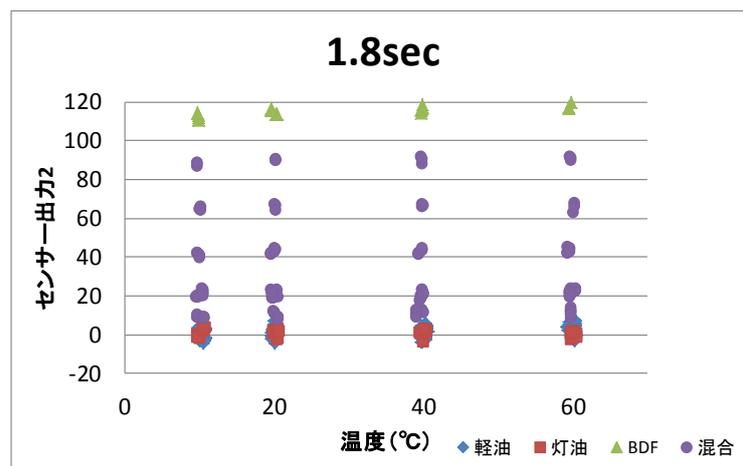


図 9. 発熱時間 1.8 秒でのセンサー出力分布グラフ

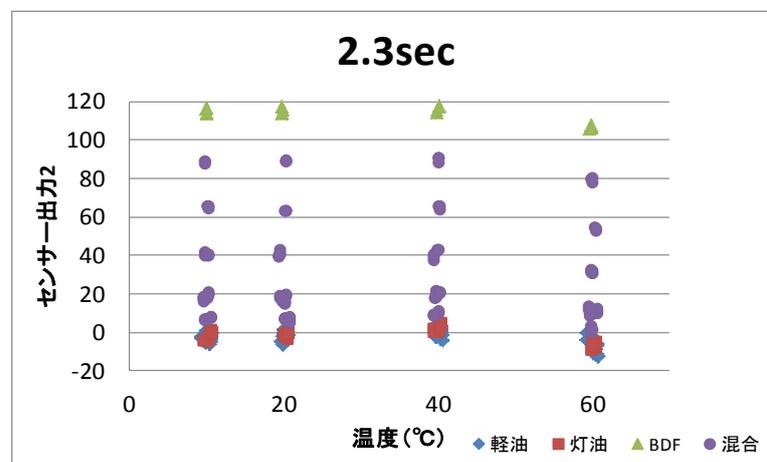


図 10. 発熱時間 2.3 秒でのセンサー出力分布グラフ

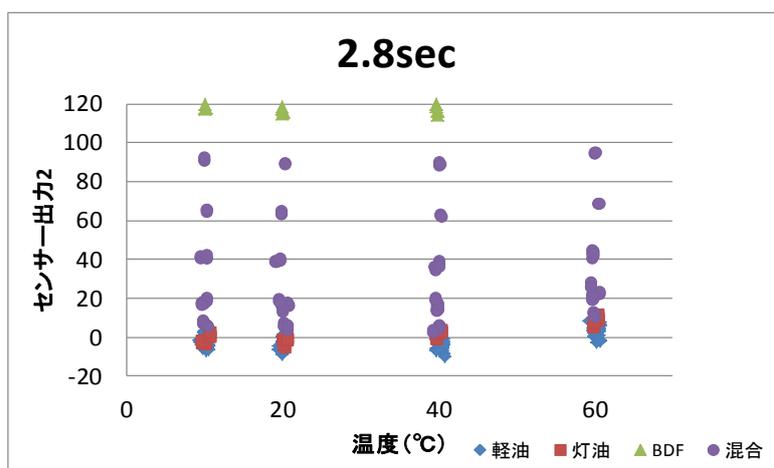


図1 1. 発熱時間2.8秒でのセンサー出力分布グラフ

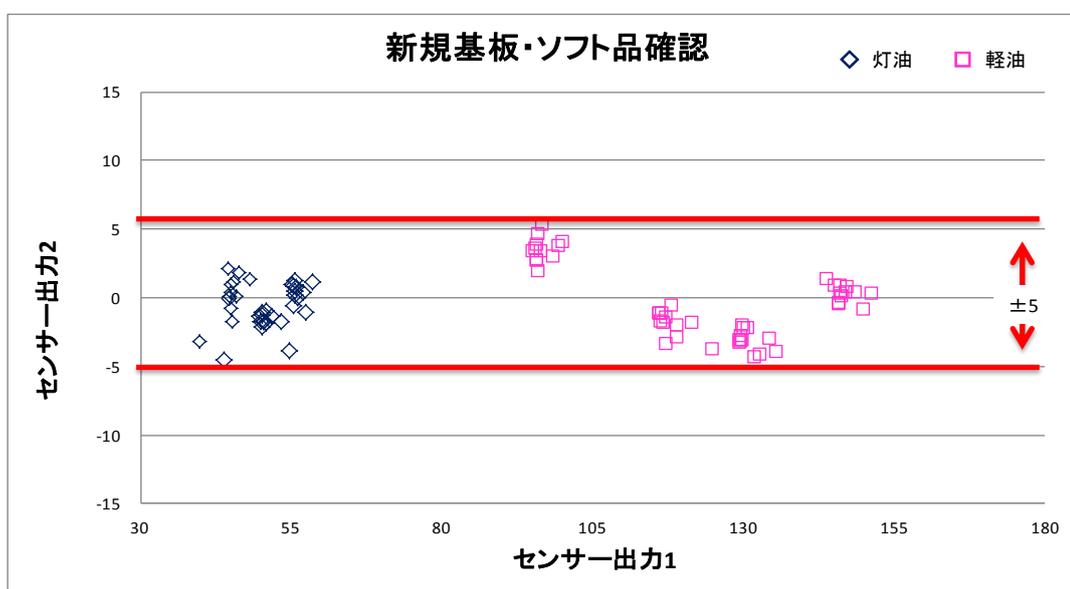


図1 2. 新規基板での誤差分布グラフ

濃度検出精度は±5%となり、さらに改善が必要ではあるが、センサーとして設計どおり動作することを確認した。

2-1-2 計測回路・ソフトウェア設計

2-1-2-1 設計内容

(1) 計測回路

建機・農機業界にて実際に求められてくるノイズ耐性が、年々厳しくなっている。近年ではe/Eマーキングレベル以上のノイズが印加されたときの対策も必要となりつつある。

そこで、平成25年度は耐ノイズ性能向上のために、平成24年度に開発したセンサーの計測回路に、ノイズ検出回路をあらたに追加した。このノイズ検出回路によって検出されたデータを利用して、e/Eマーキングレベル以上のノイズ対策に有効利用できるかどうかを検証した。また、精度向上の試みとして、温度測定回路も差動回路に改良した。

(2) ソフトウェア

実際の車両搭載時にセンサー情報を外部に出力することを可能とするため、センサー回路基板の制御ソフトウェアに、インターフェースソフトウェアを追加製作した。

インターフェースソフトウェアの通信方式は、J1939に準拠したCAN通信方式である。以下、J1939に準拠したCAN通信仕様を表1～3、図13に示す。

表1. CAN通信仕様（フォーマット）

項目	仕様
CAN通信方式	SAE J1939 準拠 (BOSCH CAN 2.0B active)
メッセージID長	29Bit (拡張フォーマット)
ボーレート	250Kbps

表2. CAN通信仕様（CAN ID）

項目	内容
メッセージ	識別センサー情報
PGN	0x00FE8C
記号	AAI
ID	0x1CFE8C2B
送信周期	50mS

表3. CAN通信メッセージ

メッセージ	PGN	記号	ID	送信周期
識別センサ情報	0X00FEBC	AAI	0x1CFEBC2B	50mS

データ(BYTE)	データの意味	分解能	データ範囲	送信データ内容	備考
1	温度	1°C	-40~+21°C	00h~FAh(0~250) 40°Cオフセットして出力する。	40°Cオフセットして出力する。 -40°Cより小さい場合は、-40°Cとする。 +21°Cより大きい場合は、+21°Cとする。
2	予備1	-	-	FFh	
3	予備2	-	-	FFh	
4	予備3	-	-	FFh	
5	予備4	-	-	FFh	
6	BDF濃度フラット換算値	1%	0~100%	00h~64h(0~100)	0%より小さい場合は、0%とする。 100%より大きい場合は、100%とする。
7	識別値フラット換算値	-	0~250	00h~FAh(0~250)	0より小さい場合は、0とする。 250より大きい場合は、250とする。
8	故障情報	-	-	識別センサの故障情報	正常 : 00h CPU異常 : 20h センサ系異常 : 50h

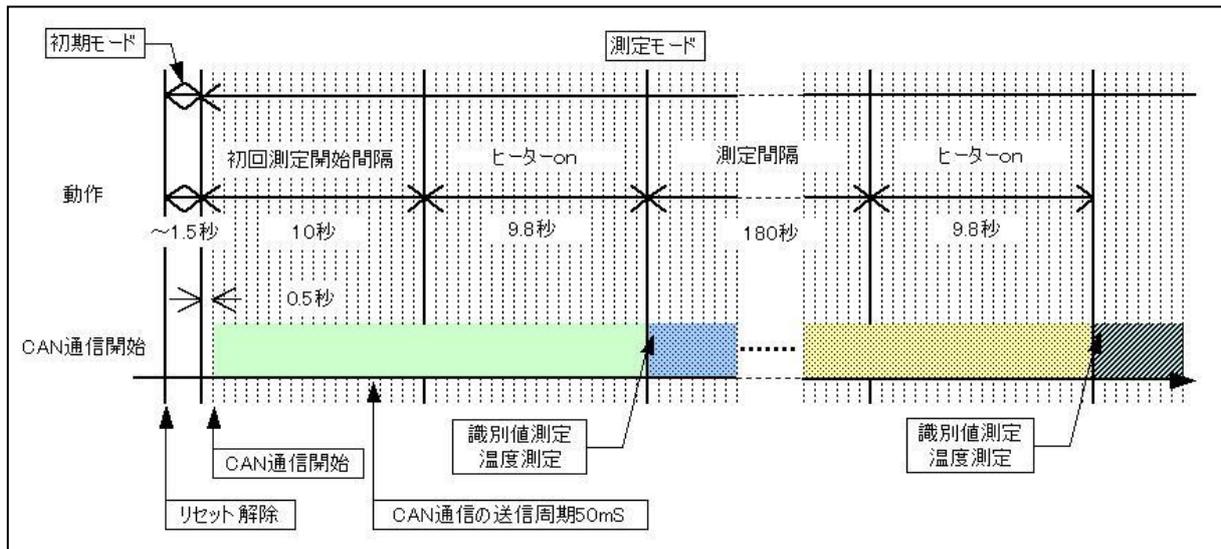


図13. CAN通信タイミング仕様 (J1939に準拠)

2-1-2-2 評価結果

(1) インターフェースソフトの評価結果

CAN通信モニタ装置 (Simple-CAN2) の設定を図14~18のように設定して、“2-1-2-1 (2)” におけるCAN通信仕様にてデータが受信できることを確認した。図19にCAN通信データの受信の様子を示す。

項目	仕様
CAN通信方式	SAE J1939準拠 (BOSCH CAN 2.0B active)
メッセージID長	29Bit (拡張フォーマット)
ボーレート	250Kbps

図14. CAN通信モニタ装置 (Simple-CAN2) のCAN通信設定 (フォーマット)

項目	内容
メッセージ	識別センサー情報
PGN	0x00FE8C
記号	AAI
ID	0x1CFE8C2B
送信周期	50mS

図15. CAN通信モニタ装置 (Simple-CAN2) のCAN通信設定 (CAN ID)



図 16. CAN通信モニタ装置 (Simple-CAN2) のCAN通信測定開始

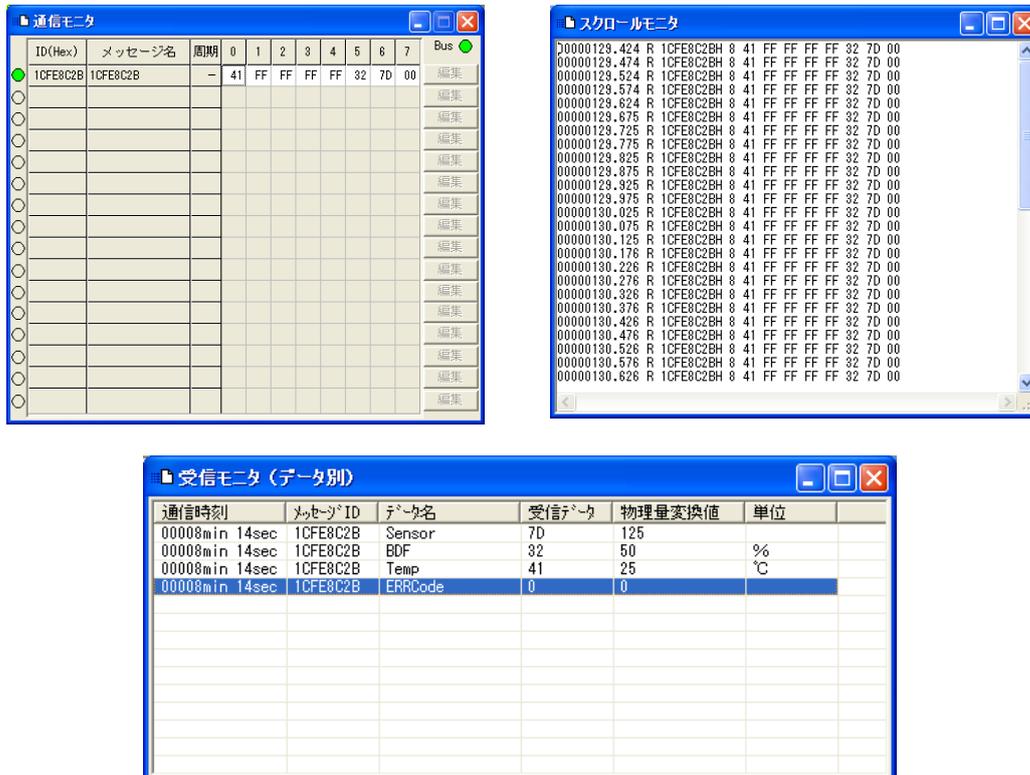


図 17. CAN通信データ受信測定画面

以下の参照（枠囲み）位置のコードを使用して、受信したCAN通信データ内容を検証する。
 (温度 : 25°C、測定識別値 : 125、測定BDF値 : 50%、故障情報 : 正常)

G4F-CANデータLOG - メモ帳

ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

```
,00000000.465,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H
,00000000.515,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H
,00000000.565,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H
,00000000.615,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H
,00000000.665,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H
,00000000.715,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H
,00000000.765,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H
,00000000.815,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H
```

送信時間 (秒)

0.815 秒 - 0.765 秒 = 50mS (送信周期)

メッセージ	PGN	記号	ID	送信周期
識別センサ情報	0X00FEBC	AAI	0x1CFE8C2B	50mS

データ(BYTE)	データの意味	分解能	データ範囲	送信データ内容	備考
1	温度	1°C	-40~+21°C	00h~FAh(0~250) 40°Cオフセットして出力する。	40°Cオフセットして出力する。 -40°Cより小さい場合は、-40°Cとする。 +21°Cより大きい場合は、+21°Cとする。
2	予備1	-	-	FFh	
3	予備2	-	-	FFh	
4	予備3	-	-	FFh	
5	予備4	-	-	FFh	
6	BDF濃度フラット換算値	1%	0~100%	00h~64h(0~100)	0%より小さい場合は、0%とする。 100%より大きい場合は、100%とする。
7	識別値フラット換算値	-	0~250	00h~FAh(0~250)	0より小さい場合は、0とする。 250より大きい場合は、250とする。
8	故障情報	-	-	識別センサの故障情報	正常 : 00h CPU異常 : 20h センサ系異常 : 50h

00000000.815,A8H,R1,1CFE8C2BH,8,41H,FFH,FFH,FFH,FFH,32H,7DH,00H

図 18. CAN通信データの検証

CAN通信データのコード値検証

- (1) 1バイト目 (温度を表す)
41h : 41h (16進数) を10進数化すると“65”となる。
“65” → $65 - 40 = 25^{\circ}\text{C}$
- (2) 6バイト目 (BDF濃度フラット換算値を表す)
32h : 32h (16進数) を10進数化すると“50”となる。
“50” → 50%
- (3) 7バイト目 (識別値フラット換算値を表す)
7Dh : 7Dh (16進数) を10進数化すると“125”
“125” → 125
- (4) 8バイト目 (故障情報を表す)
00h : 00h (16進数) を10進数化すると“0”
“0” → 正常

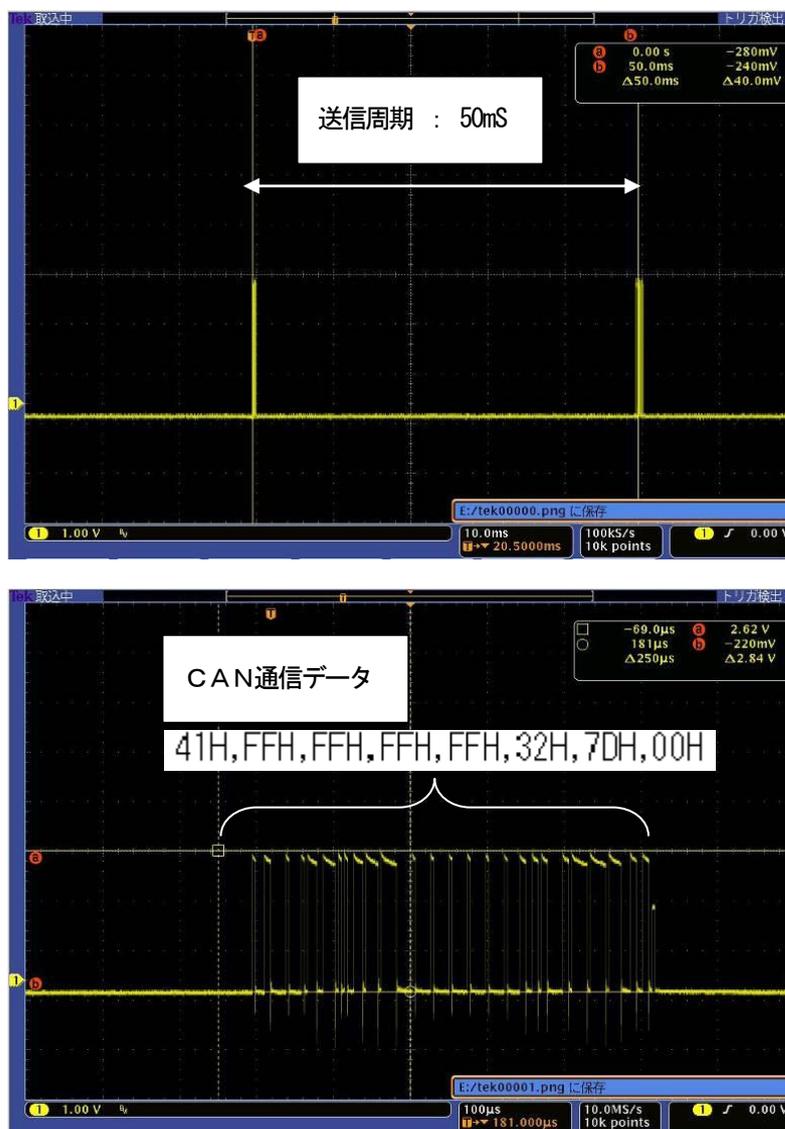


図19. CAN通信データ波形

以上のCAN通信データの受信データ確認により、CAN通信データが正しく出力されていることを確認した。

2-1-2-3 考察

センサーの情報が正常に出力されていることをCAN通信データ実測により、確認した。
車両搭載時にセンサー情報を外部に出力することを可能とするために追加製作したインターフェースソフトがプロトコルを含め正常に動作している結果であると考える。

2-1-3 実機応用技術

(1) 内容

建設機械やトラックでは、悪路や傾斜地、極寒地や極暑地などの使用環境においてもセンサー機能を維持することが必要である。

実機搭載を想定した環境外乱によるセンサー特性影響を調査し、センサー検出部のカバー構造設計と内蔵マイコンによるデータ処理方法のソフトウェア設計にその特性を反映する。

(2) 方法

実機搭載を想定した試験タンクへセンサーを組付け、外乱（振動、対流、水溜り、温度、他）時のセンサー特性の挙動を観察し、構造設計とソフトウェア設計へフィードバックする。

(3) 結果と考察

2-2-1 項の構造設計、カバー構造の最適化による構造モデルについて、振動による液揺れとセンサー特性を観察し影響の評価を実施した。

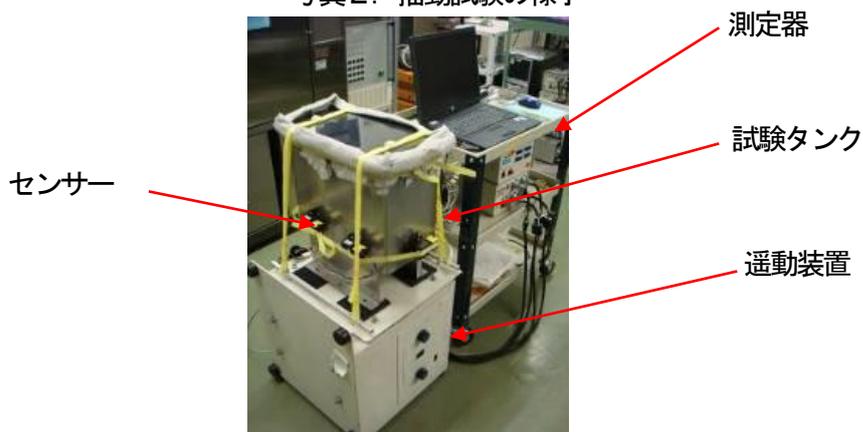
カバー形状を写真1に、揺動試験状態を写真2に示す。

試験結果は、2-2-1 項の構造設計に記載する。

写真1. カバー形状



写真2. 揺動試験の様子



2-2 樹脂成型を用いた低コスト化

【概要】

軽油と灯油混合燃料を検出する既存の熱式センサーは、金属筐体の絞り加工によりセンサーパッケージや回路基板などを固定している。このため特殊な工具や煩雑な作業が必要な工程となっており、組立工数の削減が困難であった。しかも金属筐体を使用すると、ユーザーは電源回路とサブタンクを別途購入しなければならないためコスト負担が大きくなる。

そのため本研究開発では、建設機械・トラックに標準装備として使用可能な製品に仕上げることが目標とし、燃料タンクに装着可能な電源回路一体型を達成するために、筐体の樹脂化を図り、低コスト化を実現させる。

2-2-1 構造設計

(1) 内容

樹脂成型構造体、環境外乱から検出部のセンサー機能を保護するカバー及び筐体構造の改良設計とそれに対応する金型を設計・試作し、その機能評価とコスト検証を実施する。

(2) 方法

熱流体シミュレーションによる熱移動の関係と検出精度のマッチング検証を行い、カバー形状をより最適化する。

最適化したカバー形状を製作するために、前年製作した金型の改造を行い、樹脂性カバーを製作する。

(3) 結果と考察

センサー検出部の液体が外乱による流動を抑制する構造を追加した樹脂カバーの改良型構造を設計して、熱流体シミュレーションを実施した。

樹脂筐体の構造を図20に示す。

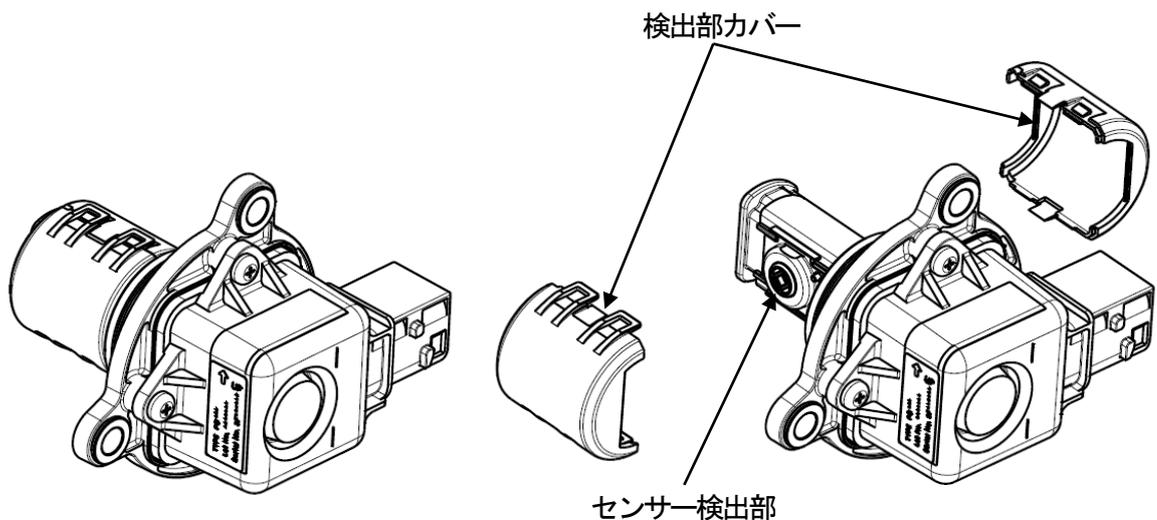


図20 センサー筐体構造図

樹脂カバーの改良型構造を図2 1に示す。
 カバーのセンサー検出部側空間を抑制する構造を検討した。



図2 1 カバー構造の比較

カバー入口の液流入速度 20[mm/s] によるセンサー検出部前の最大流速をシミュレーションで昨年製作品と検討品①を比較した。シミュレーションの比較を図2 2に示す。
 昨年製作品の最大流速：0.043[mm/s]、新規検討品①の最大流速：0.048[mm/s]で極めて僅かな違いしか認められなかった。

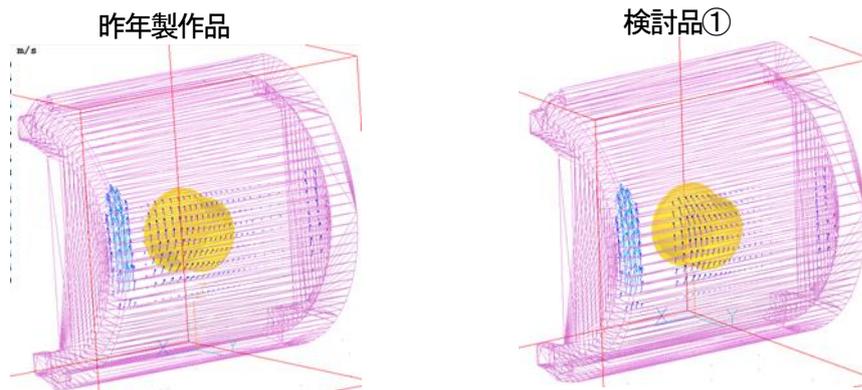


図2 2. 最大流速シミュレーション

揺動試験の液揺れによる、BDF濃度の検出精度影響比較を図2 3、図2 4へ示す。

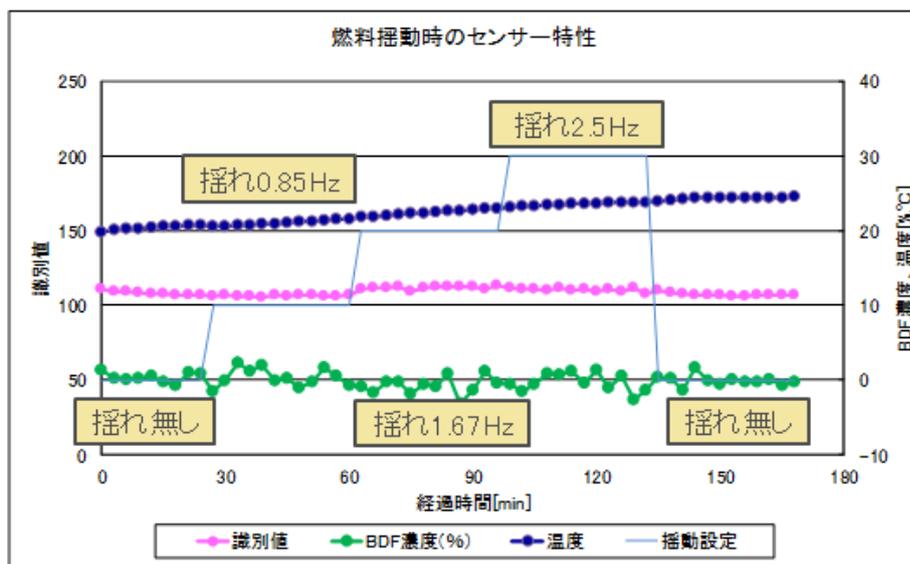


図2 3. 昨年製作カバーのセンサー特性グラフ

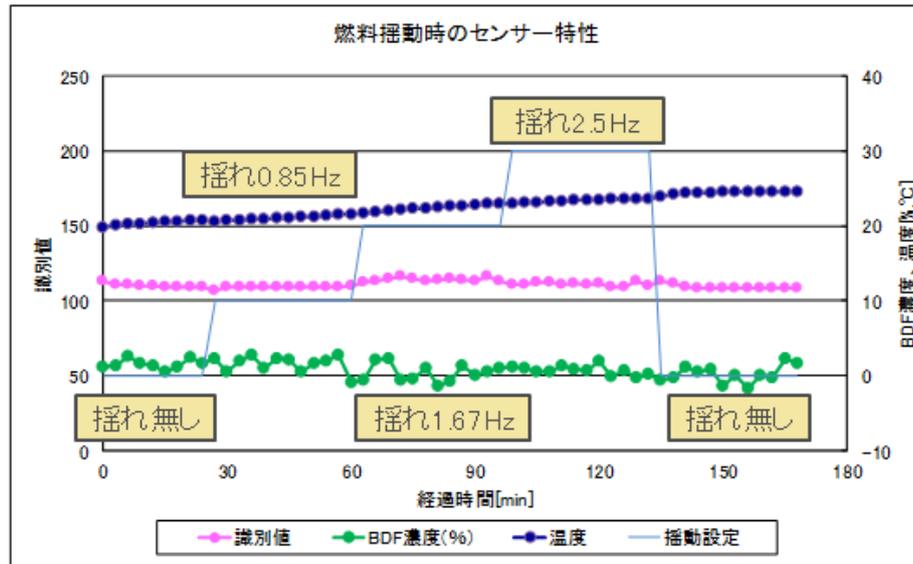


図 2.4. 検討品①のセンサー特性グラフ

カバー形状の最適化として形状に変更を加えたモデルを、熱流体シミュレーションと実機搭載の外乱を想定した揺動試験で比較を行ったが、新たな構造モデルの優位性が見いだせず、カバー構造は変更しないこととした。

環境外乱から検出部のセンサー機能を保護するカバー及び筐体構造については知見を得て、筐体の樹脂成型化について目途をつけることができた。

2-2-2 キャリブレーション工程

(1) 内容

キャリブレーション通信測定システムを製作して、個別パラメータ算出に係る人の介在時間を最小化する。

(2) 方法

キャリブレーション通信測定システムとデータベースサーバーを製作・購入して、昨年開発したソフトウェアによる動作検証と調整を行い、昨年実施した測定点の最小化5点にて、キャリブレーションデータ収集から個別パラメータの算出・書込み、性能確認の環境構築を行う。キャリブレーション通信測定システムを写真3に示す。

写真3. キャリブレーション通信測定システム



キャリブレーション用PC

PCには、

- ・キャリブレーションデータ収集ソフト
- ・キャリブレーションデータ処理ソフト
- ・製品個別パラメータ書込みソフト

をインストール。

キャリブレーション装置

キャリブレーション装置制御プログラム

(ファームウェア)をインストール。

最大20個の製品を同時にキャリブレーションすることが出来る。

データベースサーバー

キャリブレーションデータを格納するデータベースをインストール。

(3) 結果

(a) キャリブレーションデータの収集

キャリブレーションデータ収集ソフトにて、キャリブレーション装置をコントロールし、キャリブレーションデータを収集することが可能となった。

このソフトにより、従来、キャリブレーション開始時に手動で実行していた、

- ・製品への電源供給
- ・製品へのキャリブレーションコマンド送信

を自動化することが可能となり、キャリブレーション開始に失敗する※ことが無くなり、作業工数を低減させることができた。

(b) 製品個別パラメータの算出

キャリブレーションデータ処理ソフトによって、データベースに格納されたキャリブレーション

ションデータを読み込み、製品個別パラメータを算出する Excel シートに貼り付け、製品個別パラメータを算出する一連の工程が自動で実行可能となった。

このソフトを使用することで、従来、手動で実行していた製品個別パラメータを算出する Excel シートへのキャリブレーションデータ貼り付けを自動化することができ、作業時間の大幅短縮を実現した。

(c) 製品個別パラメータの書込み

パラメータ書込みソフトにて、1 度に最大 20 個分のセンサー個別パラメータをセンサーに書込むことが可能となった。

このソフトを使用することで、従来、1 製品ごとに手動で実行していた製品個別パラメータの書込みを 1 度で最大 20 個のまで自動で実行することで、作業時間が短縮でき、また作業担当者が、パラメータ書込みの間、別の作業を行うことが可能になった。

(4) 考察

キャリブレーション通信装置の製作で使用を予定していたマイコンが突然生産中止となったことにより、同一メーカーが後継機種として販売しているマイコンへの切り替え、およびマイコン仕様と整合性をとるため、ソフトウェアの再開発を行なった。

キャリブレーション工程環境の構築により、

- ①キャリブレーションデータ収集
- ②センサー個別パラメータの算出
- ③センサー個別パラメータの書込み

の自動化を実現させたことにより、作業工数を半減することが可能となった。

キャリブレーション通信測定システムの導入、キャリブレーションデータ収集・データ処理ソフトウェアの開発により、キャリブレーション工程に係る人とシステム間が正常に連携できる環境を作れたことがその要因と考える。

2-3 耐久信頼性

【概要】

建設機械やトラックなどに広く用いることができるバイオディーゼル燃料性状センサーとして耐久性、信頼性を確保する。

2-3-1 材料の耐久性検討

2-3-1-1 樹脂材料選定に向け、バイオディーゼル燃料に対する樹脂耐性、温度耐性試験

2-3-1-1-1 樹脂の耐久性

(1) 内容

各種樹脂製引張試験片を燃料に浸漬し、一定温度で放置して所定期間経過後、試験片を取り出して引張試験を行い、それらのデータを基に耐久性の加速係数を導出する。

(2) 方法

POM、PA66、PA12の3樹脂において射出成形機により引張試験片を成形し、各種燃料（①バイオディーゼル油100%（以下 B100）、②バイオディーゼル油20%と軽油80%の混合油（以下 B20）、③軽油100%（以下 K100））に浸漬し、100℃、120℃、140℃の3温度で放置して所定時間経過後試験片を取り出して引張試験を行い、その結果からアレニウス法を用いて加速係数を算出し、耐久性を予測する。

試験温度と浸漬時間は表4の通りとする。

表4. 実験計画（予定取り出し時期）

試験温度 100℃	試験温度 120℃	試験温度 140℃
2ヶ月	3週間	1週間
4ヶ月	5週間	3週間
8ヶ月	9週間	7週間
16ヶ月	20週間	14週間
32ヶ月	40週間	28週間

引張試験片及び燃料浸漬試験状態を写真4、写真5に、引張試験の様子を写真6に示す。

写真4. 引張試験片



写真5. 引張試験片燃料浸漬試験



恒温槽内の燃料浸漬状態



写真6. 引張試験の様子



(3) 結果と考察

これまで試験してきた100°Cと120°Cおよび140°Cの結果から耐久年数を算出した。各温度で所定時間浸漬した試験片の強度変化の結果から、初期強度の70%の強度になるまでの浸漬時間を推定し、この時間と試験温度の関係式を導き、常温での耐久性を推定した。

今回の試験では、縦軸を時間(日)の指数でプロットし温度と時間の関係を数式化し促進係数として定数aとbを求めた ($Y = aX + b$)、(Yは耐久年数(日数の指数)、Xは絶対温度の逆数)。この式のXに20°Cを代入し、Yを求めると、その値が20°Cでの耐久年数となる。これらのグラフと促進係数および耐久年数を以下に示す(図25~図27、表5、表6)。

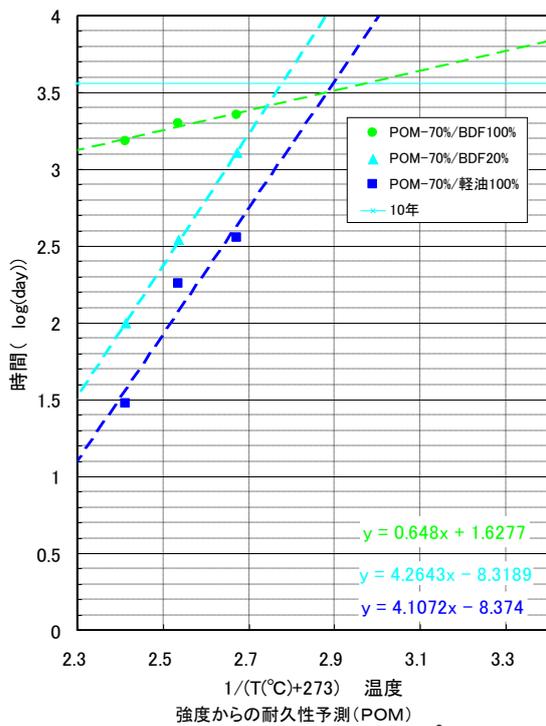


図25. POMのアレニウスプロット

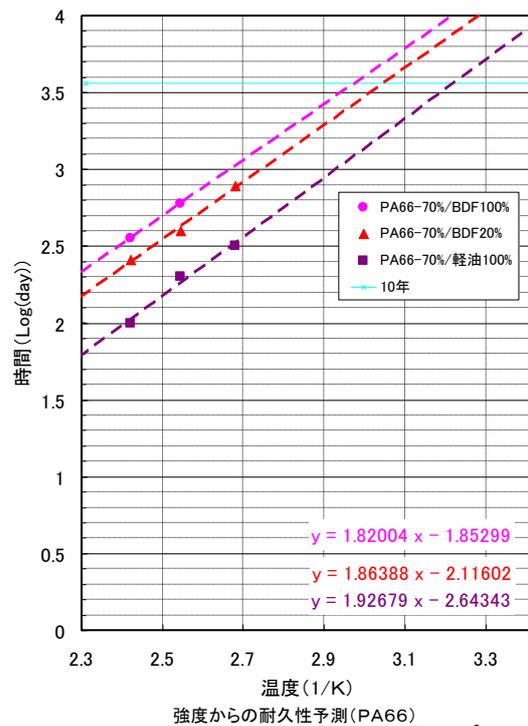


図26. PA66のアレニウスプロット

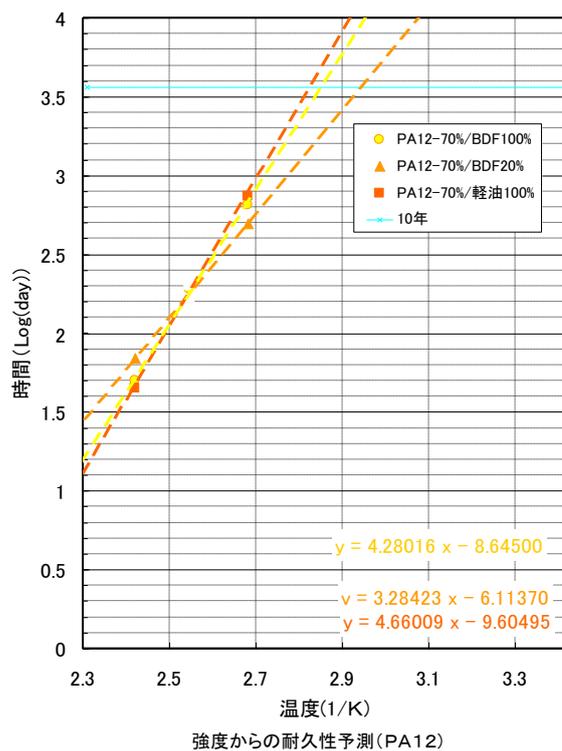


図27. PA12のアレニウスプロット

表5. 樹脂の予想耐久年数 (20°C)

燃料油	POM	PA66	PA12
B100	19	63	2500
B20	5000	48	341
K100	1200	24	5000

強度予測式 : $Y = aX + b$

(Y : 耐久年数(日数の指数)、X : 温度(絶対温度の逆数))

表6. 促進耐久性試験加速係数

樹脂 燃料	POM		PA66		PA12	
	a	b	a	b	a	b
B100	0.65	1.63	1.82	-1.85	4.28	-8.65
B20	4.26	-8.32	1.86	-2.12	3.28	-6.11
K100	4.11	-8.37	1.92	-2.63	4.66	-9.60

予想耐久年数は必要以上に大きな値もあるが、総じて寿命は長いと予想され、10年の耐久性はあると考えられる。ただしPOMは表面に割れが生じている(写真7)のものもある。ひび割れは表層でのみ発生しており成形品が厚い場合は強度低下への影響は少ないが、厚さが薄い成形品では影響が大きくなるを考える。この点からPOM以外の樹脂を材料として選定する。

今期の試験結果はバラツキが大きく予想誤差も大きいと考える。寿命予測の精度を向上させるために、今後も試験を継続する。

写真7. POM表面に生じた割れの例写真 (140°C、28週間)



2-3-1-1-2 O-リングの耐久性

(1) 内容

各種O-リングを燃料に浸漬し、一定温度で放置して所定期間経過後、O-リングを取り出して引張試験を行い、それらのデータを元に耐久性の加速係数を導出する。

(2) 方法

FVMQ、NBR、FKMの3種類のO-リングにおいて樹脂の予測同様各種燃料B100、B20、K100に浸漬し、100℃、120℃、140℃の3温度で放置して所定時間経過後O-リングを取り出して引張試験を行い、その結果からアレニウス法を用いて促進係数を算出し、耐久性を予測した。(表7)

O-リングの上下をS字フックに引っ掛け引っ張った(写真8、O-リング大は引っ張り速度500mm/min、小は150mm/min)。このときの荷重変位曲線の傾きから、弾性率を求めて耐久性の評価指標とした。この弾性率は、変位はクロスヘッドの移動量をそのまま変位として計算した簡易的弾性率である。

表7. 実験計画(予定取り出し時期)

試験温度 100℃	試験温度 120℃	試験温度 140℃
2ヶ月	3週間	1週間
4ヶ月	5週間	3週間
8ヶ月	9週間	7週間
16ヶ月	15週間	14週間

写真8. O-リング引張試験の様子



(3) 結果と考察

引張試験結果から導いた耐久性予測グラフを図28～図33に、耐久予測年数を表8に、加速係数を表9、表10に示す。

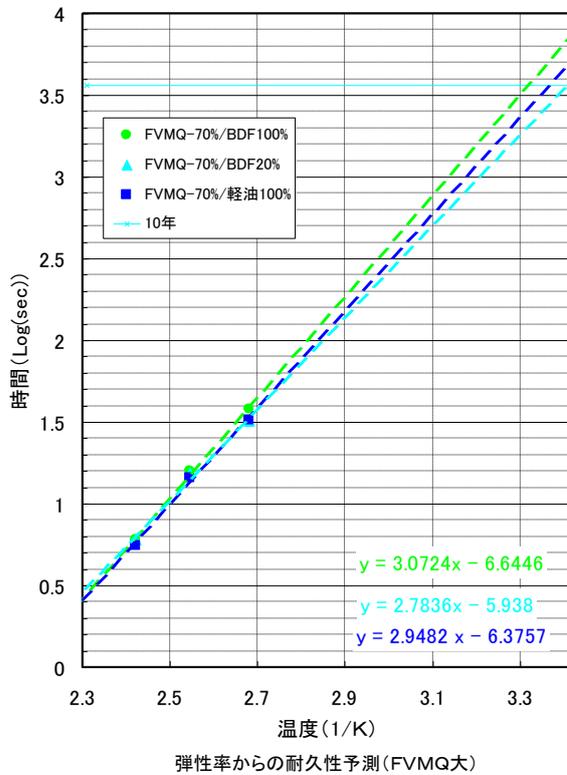


図28. FVMQ(大)のアレニウスプロット

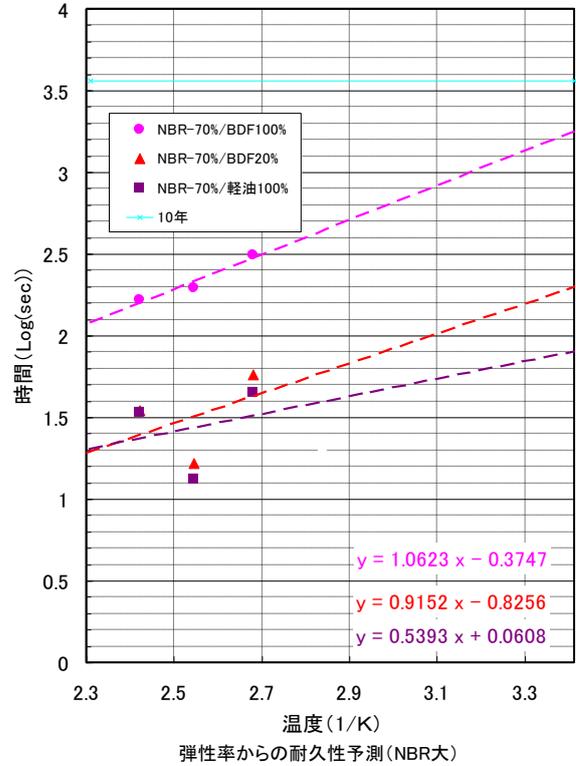


図29. NBR(大)のアレニウスプロット

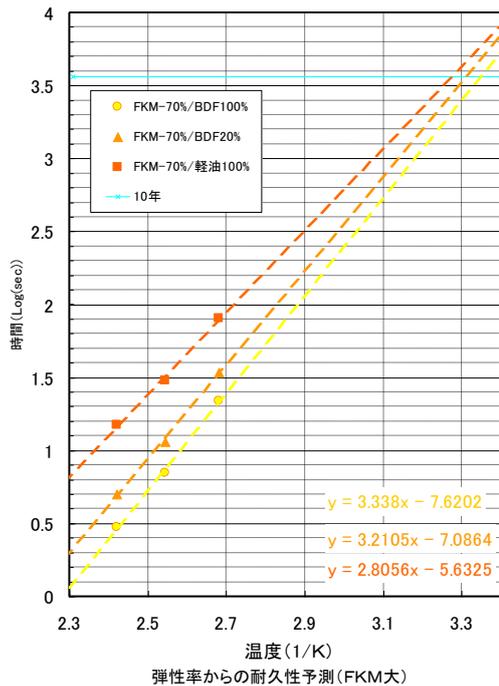


図30. FKM(大)のアレニウスプロット

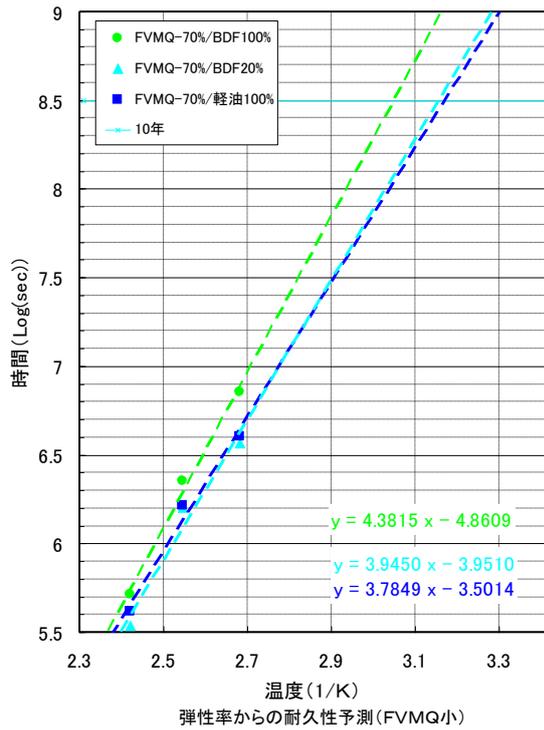


図3 1. FVMQ (小)のアレニウスプロット

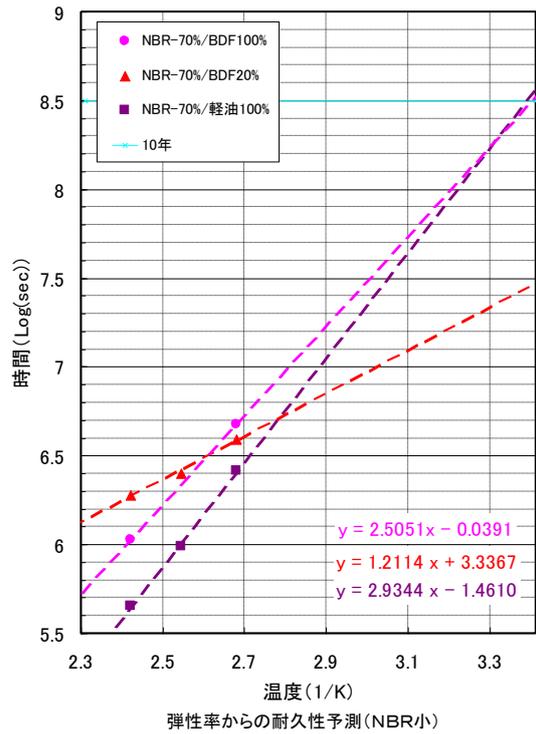


図3 2. NBR (小)のアレニウスプロット

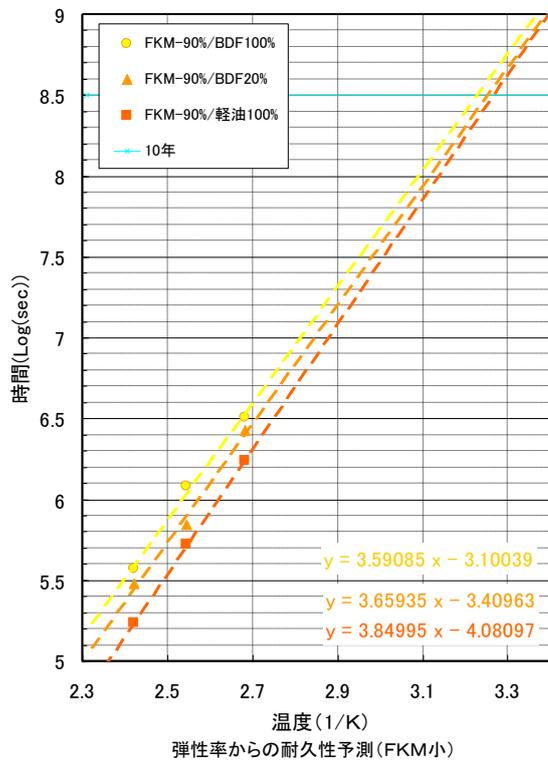


図3 3. FKM (小)のアレニウスプロット

表8. O-リングの予想耐久年数 (20℃)

燃料	O-リング / サイズ					
	FVMQ		NBR		FKM	
	大	小	大	小	大	小
B100	19	400	4.9	10	16	45
B20	10	103	0.5	1	20	38
K100	13	83	0.2	7	24	36

表9. O-リング(大) - 促進耐久性試験加速係数

O-リング大	FVMQ		NBR		FKM	
燃料	a	b	a	b	a	b
B100	3.07	-6.47	1.06	-0.37	3.34	-7.62
B20	2.78	-5.94	0.92	-0.83	3.21	-7.09
K100	2.95	-6.37	0.54	0.06	2.81	-5.63

表10. O-リング(小) - 促進耐久性試験加速係数

O-リング小	FVMQ		NBR		FKM	
燃料	a	b	a	b	a	b
B100	4.38	-4.86	2.51	-0.04	3.59	-3.10
B20	3.95	-3.95	1.21	3.34	3.66	-3.41
K100	3.78	-3.50	2.93	-1.46	3.85	-4.08

耐久性はFKM>FVMQ>NBRの順であり、FKMおよびFVMQは10年の耐久性がある事が示唆されたが、NBRは10年の耐久性が無い事が判明した。コスト面で不利ではあるが耐久性が最も高いと予想されるFKMを選定する。

図29からはOリング耐久性は燃料油の影響は無いと示唆される結果となっているが、弾性率の変化を示した図からは、燃料油の影響が異なると示唆される。

例えば図35ではFVMQにおいてB100>B20>K100の順で保持率が低い事からFVMQは軽油が多いほど劣化が早くなる傾向にあり、NBRおよびFKMはK100>B20>B100の順で保持率が低い事からバイオ燃料油が多いほど劣化が早くなる傾向にあると思われる。

基本的にはバイオ燃料は軽油の補助的使用と考えられ、通常軽油リッチまたは軽油のみで使用される事が多いと予想されるため、この点に於いてもFKMに優位性がある。

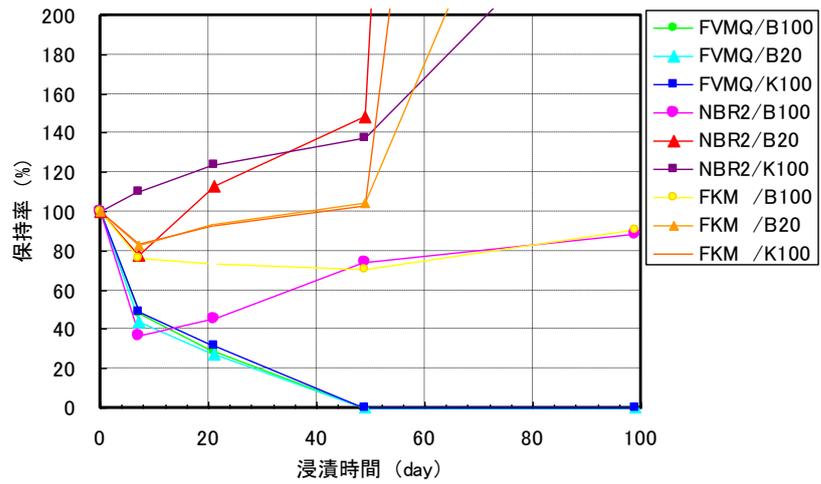


図34 オリング大-弾性率変化(140°C)

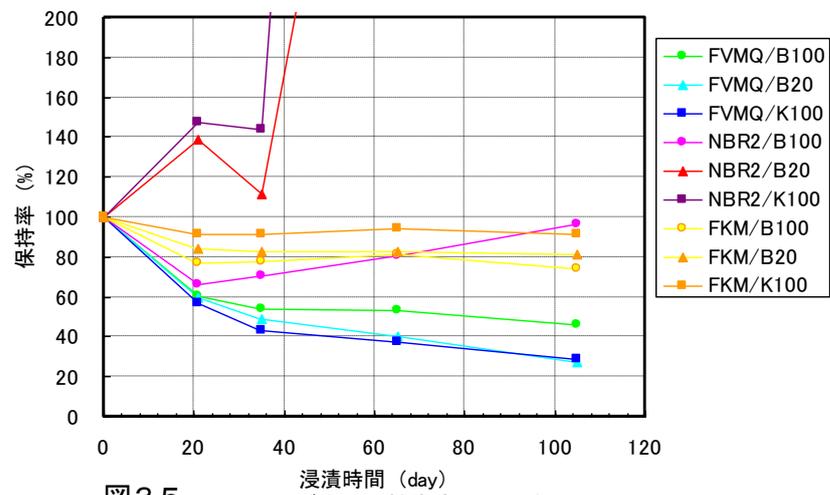


図35 オリング大-弾性率変化(120°C)

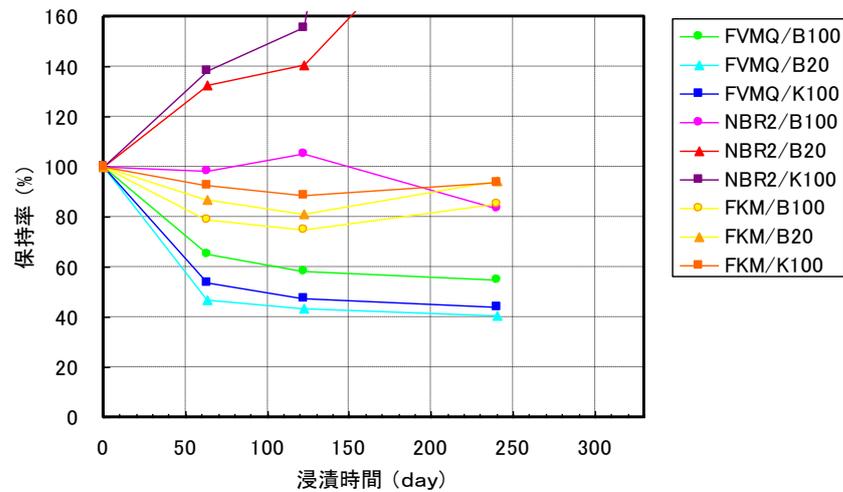


図36 オリング大-弾性率変化(100°C)

2-3-1-1-3 圧縮試験によるOリングの耐久性予測

(1) 内容

Oリングの耐久性予測において引張試験では予測誤差が大きいと思われる結果となった。Oリングは常に圧縮荷重がかかった状態で使用されるため、使用状況を考えて JISK7252 永久圧縮歪み試験を応用し、圧縮試験によりOリングの耐久性評価をする。

(2) 方法

FVMQ、NBR、FKMの3種類のOリングにおいて各種燃料B100、B20、K100に浸漬し、100℃、120℃、140℃の3温度で放置して所定時間経過後Oリングを取り出して圧縮試験によりOリングの耐久性評価をする事とした。試験方法は次の通りで、圧縮試験の様子を写真9に示す。

- ①メーカー規定量までOリングを圧縮
- ②その状態で加熱促進耐久試験実施
- ③規定時間試験後、室温にもどす。
- ④取り出して圧縮を解除したのち、ただちに圧縮試験機で規定量まで圧縮しその時の反発力を測定する。

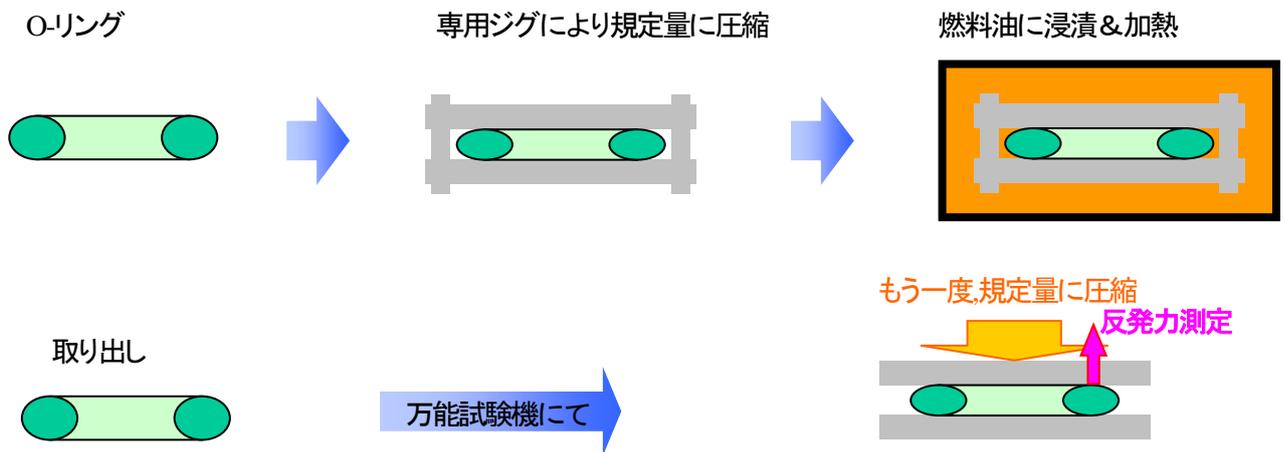
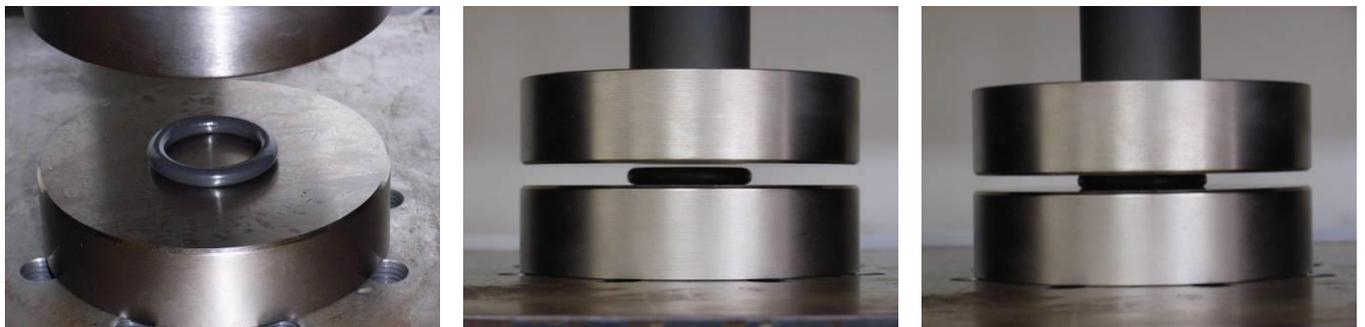


図37. 圧縮試験の概要

写真9. 圧縮試験の様子写真



(3) 結果と考察

今回の実験期間中100℃、120℃、140℃のどの温度においてもOリングとして使用不可能になるほどの劣化を示さなかった(図38~40)。反発力は初め大きく下がるがその後一定となる。この一定値を示している間がOリングとしての使用期間と思われる。

反発力の保持率が40%を下回ってもOリングとして使用可能と考えら、樹脂の引張試験のように保持率70%を劣化の基準とする事ができない。そのためアレニウスプロットができず、寿

寿命予測に至らなかった。今後も試験を継続し劣化が顕著となりリングとして使用不可能となる時間を見極め、これをアレニウスプロットすることで寿命予測が可能となると思われる。

圧縮試験による耐久性評価においてFKMは他よりも反発力が高かった。これはFKMが他よりリングとしての機能が低い事を示唆していると判断される。圧縮試験からも引張試験同様FKMを使用する事が推奨される結果となった。

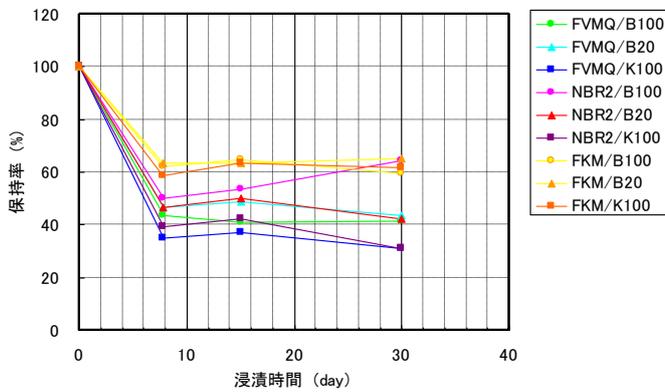


図 38 リング大-圧縮反発力変化 (100°C)

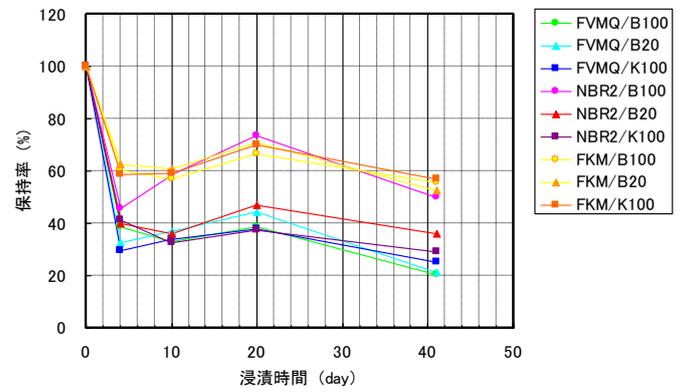


図 39 リング大-圧縮反発力変化 (120°C)

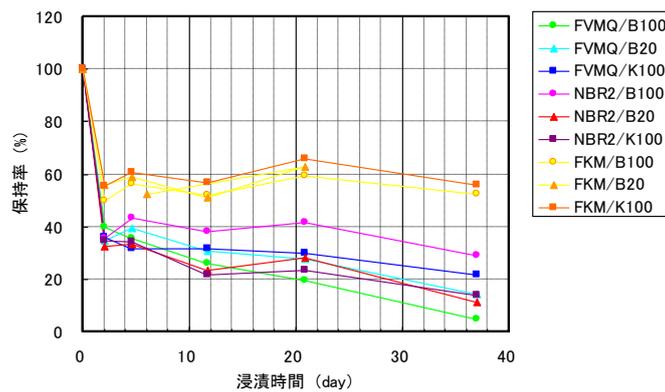


図 40 リング大-圧縮反発力変化 (140°C)

2-3-1-2 環境耐久試験

(1) 内容

平成24年度は、実車搭載環境における過酷な振動や衝撃、温度変化に対して、建機業界で要求されている樹脂性構造体の構造的環境耐久性能の実力把握を行なった。

材料の耐久性評価結果に基づき、構造部品の樹脂材料変更は行わないこととした。環境耐久性の確認として、高温作動耐久試験を行う。

(2) 方法

試作品を使用して、軽油100%、環境温度60°Cの環境下で連続作動を行い、所定時間経過後、試作品を取り出して試験実施前後のセンサー特性と構造部品の劣化を確認し、樹脂構造体の環境耐久性を確認する。

(3) 結果と考察

高温作動耐久試験の結果、試験前後の特性と構造部品外観に著しい劣化は無く、信号通信も正常に動作していることを確認した。図4-1に高温作動耐久試験結果を示す。

昨年度の耐久性試験と合わせ、構造的耐久性は10年相当を有している。

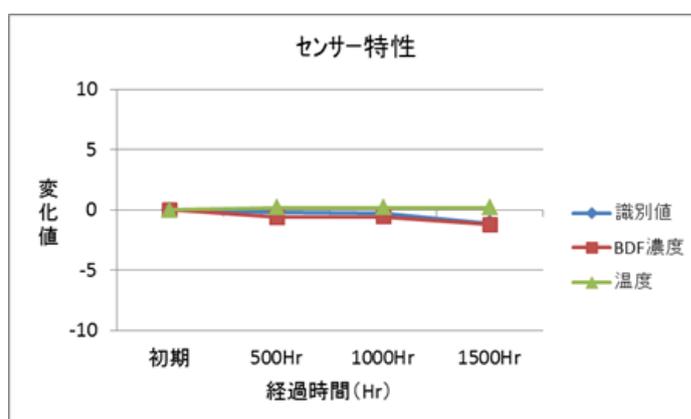


図4-1. 高温作動耐久試験特性グラフ

(4) 高温作動耐久試験風景



・高温作動耐久試験：60°C、500Hr、1000Hr、1500Hr

2-3-2 耐環境性能

(1) 内容

平成25年度にて改良したセンサーの耐電磁ノイズ性能試験を行い、開発目標の判定基準とe/Eマーキングレベルの耐性をクリアすることを確認する。

(2) 耐電磁ノイズ性能試験項目と試験結果

耐電磁ノイズ性能試験項目と試験結果を表11に示す。

表11. 耐電磁ノイズ性能 試験結果一覧表

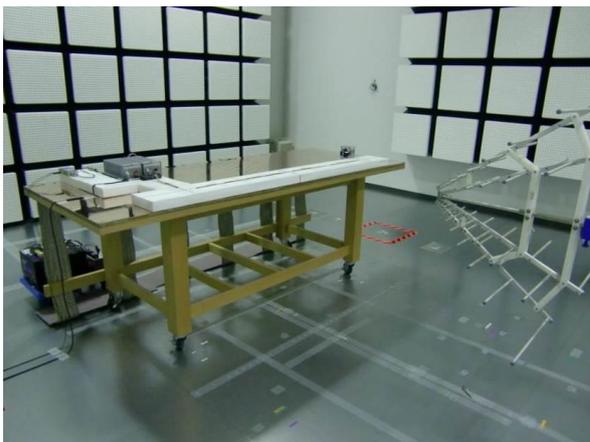
No.	試験項目	参考規格 試験条件	(開発目標) 判定基準	試験結果 (平成25年度)
1	通常電源電圧試験	JASO D001-94 5.1	CLASS A	PASS(CLASS A)
2	定格最大電源電圧印加試験	-		
3	過電圧試験	JASO D001-94 5.5	CLASS A	PASS(CLASS A)
4	電源逆極性接続試験	JASO D001-94 5.4	CLASS A	PASS(CLASS A)
5	電源ノイズ試験	-	CLASS A	PASS(CLASS A)
6	静電気試験	ISO10605	CLASS A	PASS(CLASS A)
7	サージ耐久試験	JASO D001-94 5.7	<ul style="list-style-type: none"> ・A-1種 ・A-2種 ・D-1種 ・D-2種 CLASS A	<ul style="list-style-type: none"> ・A-1種 ・A-2種 ・D-1種 ・D-2種 PASS(CLASS A)
			<ul style="list-style-type: none"> ・B-1種 ・B-2種 ・E種 CLASS C	<ul style="list-style-type: none"> ・B-1種 ・B-2種 ・E種 PASS(CLASS C)
8	雷サージ試験	IEC61000-4-5	CLASS A (故障なきこと)	PASS(CLASS A) (故障なし)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	放射電磁気試験(BCI試験)	ISO11452-4	CLASS A	PASS(CLASS A)
	放射電磁気試験(アンテナ照射試験)	ISO11452-2	CLASS A	PASS(CLASS A)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	狭帯域雑音試験	2009/64/EC 72/245/EEC	限度値以内	PASS(限度値以内)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	広帯域雑音試験	2009/64/EC 72/245/EEC	限度値以内	PASS(限度値以内)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	トランジェントエミッション試験	ISO7637-2:2004	レベルⅢの 電圧限度値以内	PASS(限度値以内)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	サージ試験(パルス1)	ISO7637-2:2004 Pulse 1 レベルⅢ	CLASS C	PASS(CLASS C)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	サージ試験(パルス2a)	ISO7637-2:2004 Pulse 2a レベルⅢ	CLASS B	PASS(CLASS A)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	サージ試験(パルス2b)	ISO7637-2:2004 Pulse 2b レベルⅢ	CLASS C	PASS(CLASS C)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	サージ試験(パルス3a)	ISO7637-2:2004 Pulse 3a レベルⅢ	CLASS A	PASS(CLASS A)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	サージ試験(パルス3b)	ISO7637-2:2004 Pulse 3b レベルⅢ	CLASS A	PASS(CLASS A)
e/Eマーキング (2009/64/EC 72/245/EEC)	サージ試験(パルス4)	ISO7637-2:2004 Pulse 4 レベルⅢ	CLASS C	PASS(CLASS C)

(3) 考察

平成25年度に改良したセンサーの試験結果は、開発目標の判定基準とe/Eマーキングレベルの耐性を十分にクリアする結果となった。

(4) 耐電磁ノイズ試験風景

写真10. 放射電磁気試験（アンテナ照射試験）



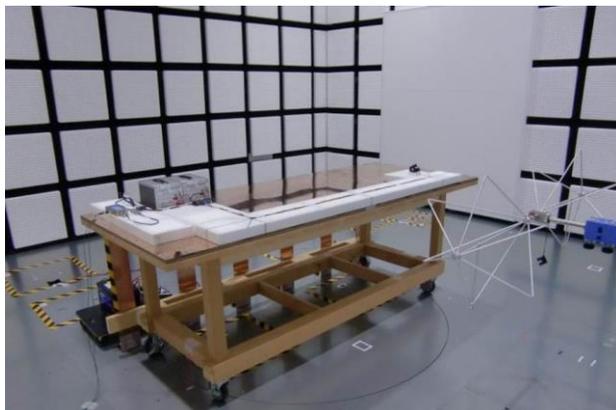
アンテナから電波ノイズを放射してセンサー動作の影響を試験する。（電波ノイズレベル：30 V/M）

写真11. 放射電磁気試験（BCI試験）



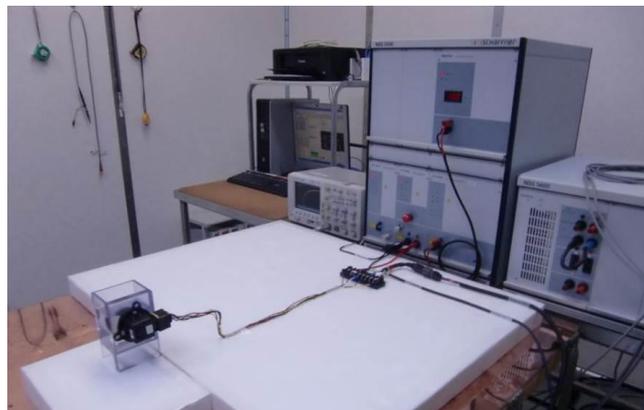
ケーブルに電流ノイズを印加してセンサー動作の影響を試験する。（電流ノイズ：60 mA）

写真12. 狭帯域・広帯域雑音試験



センサーから放射される電波ノイズを測定する。影響を試験する。（周波数：30MHz~1000MHz）

写真13. 耐サージ試験、サージ試験



センサーにサージ電圧を印加してセンサー動作の影響を試験する。（サージ電圧：最大-450V/+150V）

写真14. 雷サージ試験



センサーに雷サージを印加してセンサー動作の影響を試験する。（雷サージ電圧：最大±2kV）

写真15. 電源ノイズ試験



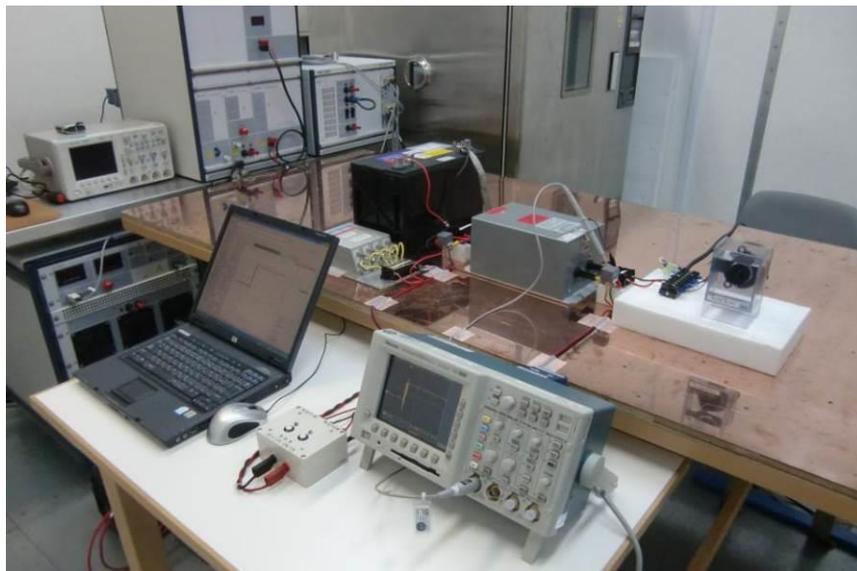
センサーに電源ノイズを印加してセンサー動作の影響を試験する。（電源ノイズ電圧：最大±1kV）

写真16. 静電気試験



センサーに静電気を印加してセンサー動作の影響を試験する。(静電気電圧：最大±15kV)

写真17. トランジェントエミッション試験



センサーの電源をOn/Offしたときに発生する伝導性ノイズを測定する。

第3章 研究成果のまとめ

3-1 達成目標と研究成果

3-1-1 研究目標達成状況

区分	目標	達成状況
バイオディーゼル混合燃料性状及び濃度の複合センシングの開発	24年度の結果を踏まえ、実車搭載環境下にて濃度検出精度±2%を達成する。 (検出濃度範囲：0～50%)	BDFの濃度検出精度±5%領域に留まった。
樹脂成型を用いた低コスト化	販売価格5千円のコスト検証を行う。	樹脂成型構造とキャリブレーション工数の半減により販売価格8千円のコストの実現性が見えてきた。
耐久信頼性	24年度に導出した加速係数を使用し、センサーの耐久性10年の証明と自動車関連EMC指令の認可基準をクリアする。	加速耐久試験の結果から耐久性10年は持つ。 自動車関連EMC指令の認可基準をクリアした。

3-1-2 研究成果

サブテーマ	達成目標	研究成果
① バイオディーゼル混合燃料性状及び濃度の複合センシングの開発	ディーゼル(軽油)燃料性状を検出するとともに、バイオディーゼル燃料の検出及びその添加濃度測定を可能とする複合機能センシングを開発する。 平成25年度は、平成24年度に開発した動粘度と熱伝導率の二つの物理性状を同時に捉える「高機能・複合熱式センシング技術」を実用レベルまで育成する。	<ul style="list-style-type: none"> 内部構造と発熱量の関係を熱シミュレーションを用いて検証を実施した。 耐ノイズ性能向上のためノイズ検出回路を追加と温度測定回路を回路に改良した。 ソフトウェアを実際の車両で使用出来る、インターフェースソフトを追加製作し、センサー情報を外部出力するCAN通信データにてセンサーの情報を出力することを確認した。 熱シミュレーションの得られ結果で、本年度製作した新基板での計測タイミングの最適化を行った。 バイオディーゼル燃料添加濃度検出精度は±5%の領域に留まった。

<p>② 樹脂成型を用いた低コスト化</p>	<p>軽油と灯油混合燃料を検出する既存の熱式センサーは、金属筐体の絞り加工によりセンサーパッケージや回路基板などを固定している。このため特殊な工具や煩雑な作業が必要な工程となっており、組立工数の削減が困難であった。しかも金属筐体を使用すると、ユーザーは電源回路とサブタンクを別途購入しなければならずコスト負担が大きくなる。そのため本研究開発では、建設機械・トラックに標準装備として使用可能な製品に仕上げることが目標とし、燃料タンクに装着可能な電源回路一体型を達成するために、筐体の樹脂化を図り、低コスト化を実現させる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・選定した樹脂筐体材料により、バイオディーゼル燃料の耐性が確認されたことにより、樹脂筐体化が可能となった。 ・液の入れ替わり及び水抜け性を確保し、外乱から機能を保護するカバー構造を決定した。 ・低コスト化として測定点の最少化とキャリブレーション工数の削減としてキャリブレーション測定通信システム（装置）を導入し、データ処理環境の構築により工数の半減を実現した。
<p>③ 耐久信頼性</p>	<p>建設機械やトラックなどに広く用いることができるバイオディーゼル燃料性状センサーとして耐久性、信頼性を確保する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・選定した樹脂材料において10年耐久性を有することを確認できた。 ・改良したセンサーの農業／林業用トラックEMC指令の認可基準による耐電磁ノイズ性能試験を行い、全ての項目をクリアした。

3-2 研究により顕在化した技術課題

① バイオディーゼル混合燃料性状及び濃度の複合センシングの開発

- ・バイオディーゼル添加濃度検出精度は±5%の領域に留まっている、発熱量を上げることにより、精度向上となる可能性があると考えており、補完研究として引き続き取り組む。
- ・外乱による検出値への影響はカバーの構造的には限界があることから、センサー出力に対するソフト的なフィルタリングを検討する。

② 樹脂成型を用いた低コスト化

- ・樹脂成型構造とキャリブレーション工数の半減により販売価格8千円のコストの実現性が見えてきた状況であり、生産性の自動化と生産規模拡大効果による更なるコスト低減が必要であり、継続して対策を考えていく。

③ 耐久信頼性

- ・樹脂の耐久性は微小形状部分の強度の確認が必要と思われ、継続して確認を行っていく。

3-3 事業化展開について

3-3-1 研究成果の事業化見通し

平成26年度は研究成果の試作品をサンプルとしてユーザー（建機）へ提供し、市場評価と位置付けた評価をいただく。また、他用途対応モデル（取付け形状違い）の開発に着手する。

平成27年度から建機・農機市場への供給のための量産を開始し、以降、事業規模を拡大する。

3-3-2 量産化計画

平成27年度中に生産規模15,000個/年ラインを立ち上げ、平成28年度に向けた生産を開始する。以降、受注に合わせ生産規模を拡大していく。

生産拡大予測数量：平成28年度：5万個、平成29年度：10万個、平成30年度：30万個

【事業化・量産化計画】

		1年目 平成26年度	2年目 平成27年度	3年目 平成28年度	4年目 平成29年度	5年目 平成30年度
開発項目		補完研究 他用途対応モデル開発	⇒	⇒	自動車向け開発	⇒
販売	建機・農機	市場評価	標準搭載	販売拡大	⇒	⇒
チャンネル	トラック	—	市場評価	オプション搭載	⇒	販売拡大
	その他 (発電関係)	サンプル評価	市場評価	販売	⇒	⇒
生産個数		—	2,000	15,000	50,000	100,000

3-3-3 販売計画

平成27年度に、国内1社へ販売を開始し、売上規模2億円強を目指す。

以降、平成28年度：5億円、平成29年度：7億円、平成30年度：15億円と目標値を定め拡販を目指す。