



TP（技術資料）

光ファイバセンサに関するアンケート調査

(Questionnaire survey on optical fiber sensors)

OITDA/TP 31/FS : 2020

第 1 版

公表 2020 年 3 月

取纏委員会

ファイバオプティクス標準化部会 光ファイバセンサ専門部会

The OITDA logo consists of the letters "OITDA" in a bold, sans-serif font, followed by a vertical line.

発行：一般財団法人光産業技術振興協会

Optoelectronics Industry and Technology Development Association (JAPAN)

目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義並びに略語	1
3.1 用語及び定義	1
3.2 略語	2
4 調査の背景	3
5 光ファイバセンサに関するアンケート調査結果	3
5.1 概要	3
5.2 所属に関するアンケート	3
5.3 保有する計測器の種類に関するアンケート	4
5.4 販売している光ファイバセンサに関するアンケート	5
5.5 標準化活動についてのアンケート	7
5.6 標準化したい光ファイバセンサに関するアンケート	9
6 まとめ	10
解説	11

まえがき

光ファイバセンシングは従来の電氣的センサと比較すると、計測システムとして多くの優位性がある。

- a) 長距離に渡る線分布・多点の計測が可能である。
- b) 電磁ノイズを受けにくく高品質の信号を得ることができる。
- c) センサには給電する必要がない。
- d) 電氣的センサでは計測が極めて困難な箇所での計測が可能である。

このように、光ファイバセンシングは新しい計測システムとして画期的な可能性を示している。しかしながら、工業的には新しい技術であるが故に標準化が遅れており、工業的展開への大きな阻害要因となっている。光ファイバセンサには多種多様な計測方法があり、また計測対象も様々である。そのため、迅速な工業展開を加速させるためには、市場規模、利用状況などを鑑みてテーマを決定して標準化を進める必要がある。そこで、国内の大学、企業及び研究機関を対象に光ファイバセンサ製品、適用領域及び標準化に関する関心についてアンケート調査を実施し、整理したものである。

この技術資料が、今後の標準化活動へと繋がるとともに、光ファイバセンサの普及に一層のはずみがつくことを期待する。

この技術資料（TP）は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この技術資料（TP）の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。光産業技術振興協会は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

この技術資料（TP）は、規格作成の前段階としての準備資料、規格化の根拠・データのまとめ、規格の補足資料などとして活用されることを目的とし、一般財団法人光産業技術振興協会の標準に関する資料として公表する。

この技術資料に関して、ご意見・情報がありましたら、下記連絡先にお寄せください。

連絡先：一般財団法人光産業技術振興協会標準化室

e-mail : opt-st@oitda.or.jp

光ファイバセンサに関するアンケート調査

Questionnaire survey on optical fiber sensors

序文

この技術資料（TP）は、2016年度に一般財団法人光産業技術振興協会のファイバオプティクス標準化部会光ファイバセンサ専門部会において行われた光ファイバセンサに関するアンケート調査結果をまとめたものである。

1 適用範囲

この技術資料（TP）は、光ファイバセンサに関するアンケート調査結果について記載している。

光を検出する手段とする光センサは多くのものが実用化されているが、この TP では次の二つの特徴をもつ光ファイバセンサを調査対象とする。

a) 光ファイバへの加工の有無を問わず、光ファイバ自体が光学的変状感応部となっているセンサ

光ファイバ自体がセンサとなる光ファイバセンサであり、被計測対象の物理・化学的変状と連動して光ファイバ自体が変状を生じ、その変状量を光学的変化として検出する光センサである。光ファイバに光を入射し、入射側に戻って来る後方散乱光若しくは反射光又は出射側に透過する透過光の光学的変化を検出する。光ファイバの両端から入射する場合、及び光カプラ等を使用して分岐する場合も含むものとする。

b) 光ファイバ以外の光学的変状感応部と伝送路としての光ファイバとが一体化されているセンサ

光ファイバ中を光が伝搬し、光ファイバ端から出射された光が光ファイバ端より先に取付けられた光学的変状感応部へ照射される。光学的変状感応部では、例えば複屈折素子に生じるファラデー効果などを利用して偏波を生じさせ反射面を利用して光ファイバに戻す機能があり、戻り反射光の性質変化を検出する。光軸を維持する必要があるため、光学的変状感応部と光ファイバとを一体化する必要がある。

2 引用規格

この技術資料で引用する規格はない。

3 用語及び定義並びに略語

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

3.1 用語及び定義

3.1.1 基本用語

3.1.1.1

ブリルアン散乱

物質中の音波によって生じる、光の周波数がわずかにずれる非弾性散乱現象

3.1.1.2

ブラッグ反射

厚い回折格子において、特定の入射角で特定の方向に観測される高い効率の回折

注釈 1 ブラッグ反射の角度は、回折光線と回折格子の面の法線とがなす角の余角で定義する。

3.1.1.3

ラマン散乱

散乱光の周波数が入射光のそれとは異なっている散乱現象

注釈 1 ラマン散乱は、非弾性散乱の一種である。

3.1.1.4

レイリー散乱

光が極めて小さい凹凸のある反射面に入射する場合、又は極めて小さい粒子を含む媒質の中を通過する場合に、光の進行方向が空間的に多くの方向に変わる現象

3.1.1.5

ファラデー効果

物質に外部磁界をかけたときに生じる円複屈折性

注釈 1 ファラデー効果は、磁気光学効果の一種である。磁気光学効果は、分子又は結晶の光学的性質に対して磁界が及ぼす効果の総称で、ファラデー効果の他に、ゼーマン効果、磁気複屈折、磁気円二色性、磁氣的カー効果、磁気振動吸収などがある。

3.1.1.6

偏光

光波（電気ベクトル）の振動方向が規則的な光

注釈 1 偏光には、直線偏光、円偏光及び楕円偏光がある。

3.1.1.7

光の位相

光波の時間軸上の位置を示す量

3.1.2 部品用語

3.1.2.1

ボアホールセンサ

地面に垂直にボーリングで空けた穴（ボアホール）の中の状態を測定するセンサ

3.1.2.2

テープセンサ

センシング媒体をテープに内蔵して一体化したセンサ

3.2 略語

この規格で用いる略語は、次による。

MEMS micro-electromechanical systems

4 調査の背景

光ファイバセンシングは新しい計測システムとして画期的な可能性を示している。しかしながら、工業的には新しい技術であるが故に標準化が遅れており、工業的展開への大きな阻害要因となっている。光ファイバセンサには多種多様な計測方法があり、また計測対象も様々である。そのため、迅速な工業展開を加速させるためには、市場規模や利用状況などを鑑みてテーマを決定して標準化を進める必要がある。そこで、光ファイバセンサに関するアンケート調査を実施した。

5 光ファイバセンサに関するアンケート調査結果

5.1 概要

この光ファイバセンサに関するアンケートは 2016 年 8 月から 9 月までの期間に実施し、アンケート対象者は日本国内の大学、企業及び研究機関に属する個人を対象とした。アンケートの配布数は 59 件、回答数は 31 件となった。

5.2 所属に関するアンケート

5.2.1 アンケート内容

所属を次の①～⑨から選択する。

- ① 光ファイバセンシング用の計測器メーカーに所属の方
- ② 光ファイバセンサメーカーに所属の方
- ③ 光ファイバセンサの研究・開発担当の方
- ④ 光ファイバセンサを商業上、取扱った経験のある方
- ⑤ 光ファイバセンサの施工経験のある方
- ⑥ 光ファイバセンサの購入経験のある方
- ⑦ 光ファイバセンサを適用した計測システムをシステムインテグレートした経験のある方
- ⑧ 光ファイバセンサに興味がある方
- ⑨ 光ファイバセンサ関係者ではなく、特に興味もない方

5.2.2 アンケート結果

所属に関するアンケート結果を図 1 に示す。

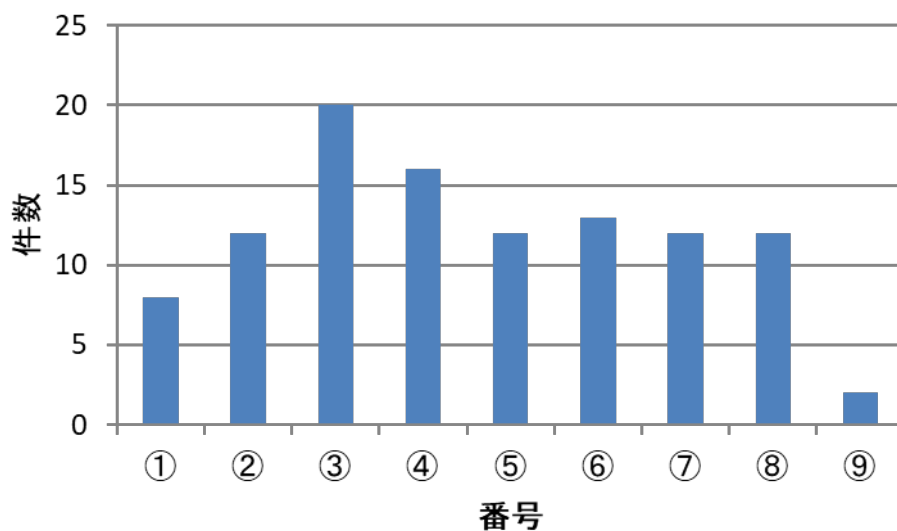


図1—所属に関するアンケート結果

5.3 保有する計測器の種類に関するアンケート

5.3.1 アンケート内容

5.2において①（光ファイバセンシング用の計測器メーカーに所属の方）に所属する人を対象として、保有する計測器の種類について以下から回答（複数回答可）。

- ① 製品にブリルアン散乱光を利用した計測器があります
- ② 製品にブラッグ反射光を利用した計測器があります
- ③ 製品にラマン散乱光を利用した計測器があります
- ④ 製品にレイリー散乱光を利用した計測器があります
- ⑤ 製品にファラデー効果を利用した計測器があります
- ⑥ 製品に光の偏光現象を利用した計測器があります
- ⑦ 製品に光の位相差を利用した計測器があります
- ①～⑦に該当しない計測器があります

5.3.2 アンケート結果

保有する計測器の種類に関するアンケート結果を図2に、⑧で回答された計測器を表1に示す。

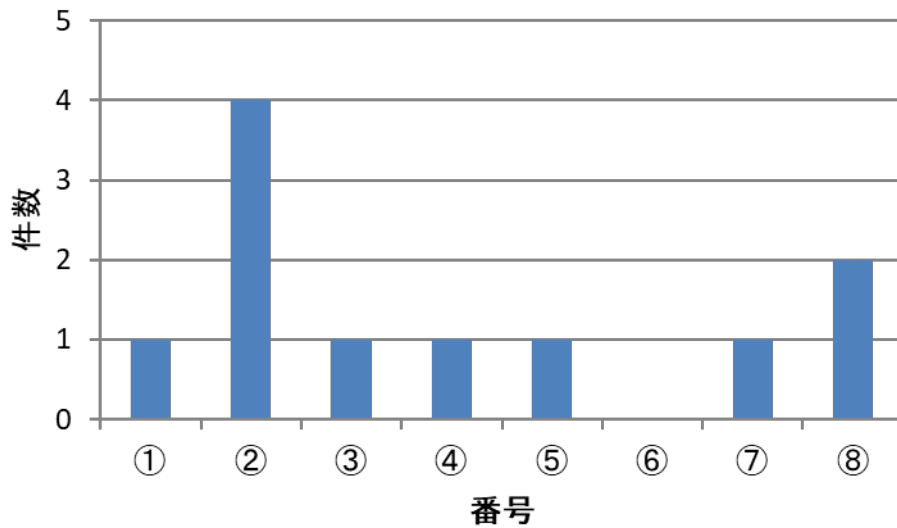


図 2- 保有する計測器の種類

表 1-①～⑦に該当しない計測器

	利用する計測器の種類
1	水晶を用いた MEMS センサ (ジャイロ, 加速度, 圧力など)
2	2 波長のレベル差でファイバ先端に形成したフィルタの温度変化を検出するセンサ

5.4 販売している光ファイバセンサに関するアンケート

5.4.1 アンケート内容

5.2 において② (光ファイバセンサメーカーに所属の方) に所属する人を対象として, 販売している光ファイバセンサの種類について該当する項目並びに計測対象分野及び計測項目について記載 (複数回答可)。

- ① 製品にブリルアン散乱光を利用した光ファイバセンサがあります。

計測対象分野: _____ 計測項目: _____

- ② 製品にブラッグ反射光を利用した光ファイバセンサがあります。

計測対象分野: _____ 計測項目: _____

- ③ 製品にラマン散乱光を利用した光ファイバセンサがあります。

計測対象分野: _____ 計測項目: _____

- ④ 製品にレイリー散乱光を利用した光ファイバセンサがあります。

計測対象分野: _____ 計測項目: _____

- ⑤ 製品にファラデー効果を利用した光ファイバセンサがあります。

計測対象分野: _____ 計測項目: _____

- ⑥ 製品に光の偏波現象を利用した光ファイバセンサがあります。

計測対象分野: _____ 計測項目: _____

- ⑦ 製品に光の位相差を利用した光ファイバセンサがあります。

計測対象分野: _____ 計測項目: _____

- ⑧ 製品もしくは研究対象に①～⑦に該当しない光ファイバセンサがあります。

宜しければ検出原理をご記入下さい。 _____

計測対象分野: _____ 計測項目: _____

5.4.2 アンケート結果

販売している光ファイバセンサの種類を図3に、計測対象及び計測項目の結果を表2に示す。

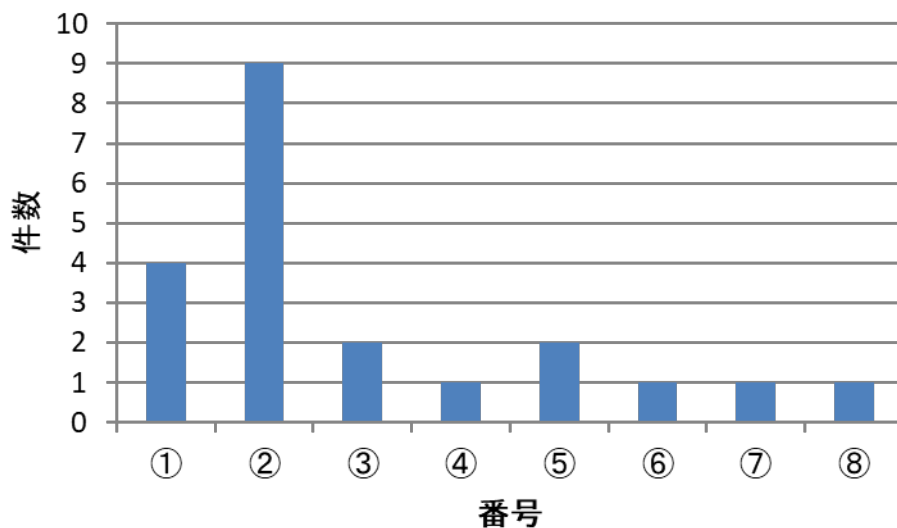


図3—保有する計測器の種類

表 2－計測対象と計測項目

項番	計 測 対 象	計 測 項 目
①	建築, 橋梁, トンネル, 堤防, ダム, 地滑り, 法面, 道路	歪み (変位), 温度
②	建築, 工場設備, 土木, 航空機, 移動体, 医療, 風力発電	温度, 歪み (変位), 加速度, 傾斜
③	工場設備, 輸送管, タンク, 電線	温度
④	地滑り, 土石流	単純スイッチ (変状監視)
⑤	電力, 電線, 工場設備	電流
⑥	セキュリティ	振動
⑦	土木	AE (Acoustic Emission)
⑧	タンク, 工場設備, 室内環境	温度

5.5 標準化活動についてのアンケート

5.5.1 アンケート内容

I. 現時点で、国内における標準化活動の必要性について以下より選択する。

- ① 開始するべきである。理由： _____
- ② まだする必要はない。理由： _____
- ③ 判断できない。理由： _____

II. 将来の国内における標準化活動の是非について以下より選択する。

- ① 必要である。理由： _____
- ② 必要でない。理由： _____
- ③ 判断できない。理由： _____

5.5.2 アンケート結果

標準化活動に関するアンケート結果を図 4、及びその理由について表 3 に示す。

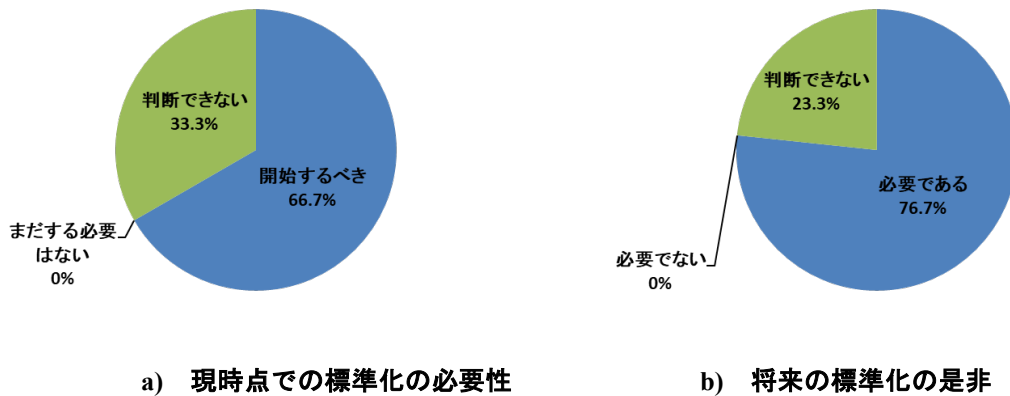


図 4—標準化活動についてのアンケート結果

表 3—標準化に関する回答内容

項番	項目	主な回答
I	必要である	<ul style="list-style-type: none"> 海外では既に IEC で活動が開始されており、国内でも足並みを揃えて対応する必要がある 国内における光ファイバセンサの需要、及び市場拡大のため 新規技術を確実に工業用に展開するために必要である 国内技術の確立と海外との競争力を強化するため 光ファイバセンサの信頼性を対外的に表現し、認知度を向上させるため
	まだする必要はない	(コメントは無し)
	判断できない	<ul style="list-style-type: none"> 現状、標準化するほどの市場規模を見いだせていない中で、活動する必要があるのか疑問である 根幹技術で未確立な点が多く、標準化によって新規参入や技術発展を阻害する恐れがある 光ファイバセンサを扱うメーカーや種類が少ない 測定対象、範囲、定義が不明確である 光ファイバセンサの何を標準化するのか分からない
II	必要である	<p>(I 以外のコメントを記載)</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本独自の活動によるガラパゴス化は避けるべきで、IEC と連携する形で進めるべきである 市場を拡大するためには、流通仕様の根拠として必ず必要である 電気式とは異なる利点を持ったセンサなので、将来的には必要になると思われる 光ファイバ計測技術の標準化により認知度を高め、既往技術では困難であった計測を可能とすることで、防災や安全、研究などにおける知見の精度が向上し、社会に貢献できると考えるため
	必要でない	(コメントは無し)
	判断できない	<p>(I 以外のコメントを記載)</p> <ul style="list-style-type: none"> 光ファイバセンサの技術の殆ど全てが海外発祥であり、それに対してどう進めていくのが不明瞭である 先進国の取り組み状況が分からない

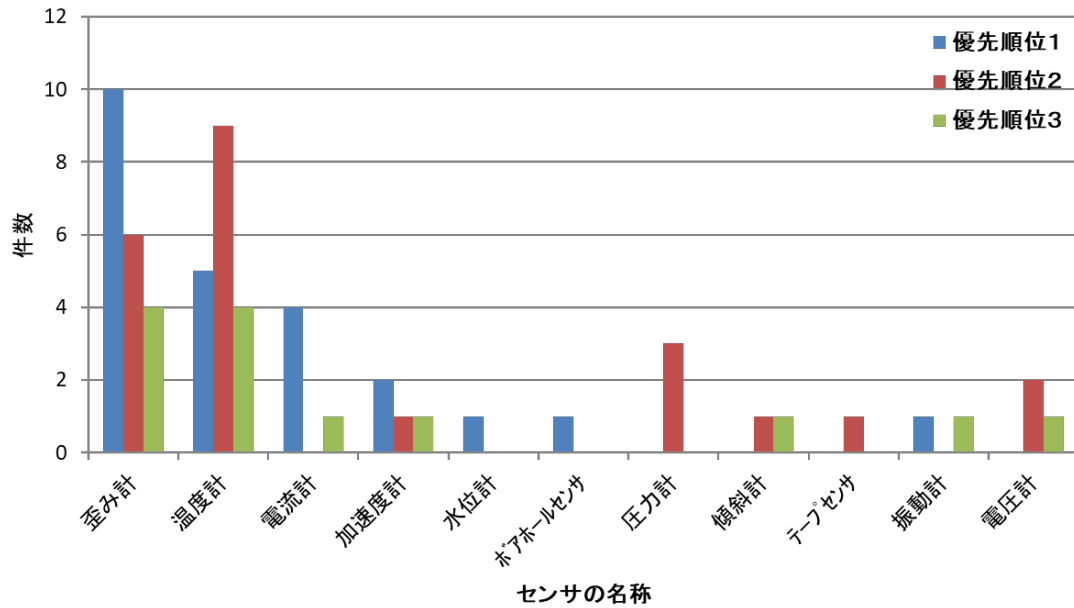
5.6 標準化したい光ファイバセンサに関するアンケート

5.6.1 アンケート内容

光ファイバセンサの標準化活動において優先すべき光ファイバセンサを3個まで挙げ、その理由を記載する。

5.6.2 アンケート結果

光ファイバセンサの優先順位に関する結果を図5に、優先すべき理由を表4に示す。



注記 ボアホールセンサ及びテープセンサは、それぞれ用途及び形状の分類であり、その他の回答は、測定による分類である。

図5—標準化すべき光ファイバセンサに関するアンケート結果

表 4－標準化すべき理由

センサの名称	4.3 での区分	理由
歪み計	ブリルアン散乱を利用 ブラッグ反射を利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 老朽インフラ監視が急務 ・ 防災時における構造物の安全性に需要がある ・ 建築物へのニーズが高く、適用を推進するため ・ 市販、普及されている ・ 大規模な市場性が見込める ・ 技術的完成度が高い ・ 安価になれば新規ニーズが創出される ・ 分布測定により新たな技術が確立できる
温度計	ブラッグ反射を利用 ラマン散乱を利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物の火災検知 ・ 大規模な市場性が見込める ・ 監視や制御に使用できる ・ 安価になれば新規ニーズが創出される ・ 市販、普及されている ・ 技術的完成度が高い ・ 分布計測が必要とされている分野がある
電流計	ファラデー効果を利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市販されている ・ 性能が優れている ・ 様々な分野への適用が期待できる
加速度計	ブラッグ反射を利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商品化検討のため ・ 監視や制御に使用できる ・ 適用先が広い
水位計	ブラッグ反射を利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 異常気象における防災
ボアホールセンサ	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ ニーズが高く、技術面も発達しているものがある
圧力計	ブラッグ反射を利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市販、応用が進んでいる
傾斜計	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商品化検討のため ・ 構造物の倒壊、崩壊の危険性を把握するため
テープセンサ	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ ニーズが高く、技術面も発達しているものがある
振動計	ブラッグ反射を利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多くの産業で必要な技術である ・ セキュリティ分野へ光ファイバセンサを浸透させるため
電圧計	偏光現象を利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適用が期待されている ・ 日本発とするため ・ 性能が優れている
<p>注記 ボアホールセンサ及びテープセンサは、それぞれ用途及び形状の分類であり、その他の回答は、測定による分類である。</p>		

6 まとめ

光ファイバセンサに関するアンケート調査を実施し、国内での光ファイバセンサの活用状況及び標準化に関する意見をまとめた。本調査結果をもとに標準化への提案活動を推進していく。

OITDA/TP 31/FS : 2020

光ファイバセンサに関するアンケート調査

解 説

この解説は、本体に記載した事柄を説明するもので、技術資料（TP）の一部ではない。

1 制定の趣旨

この技術資料は、光ファイバセンサの標準化を加速することを目的として、日本国内の大学、企業及び研究機関を対象とした光ファイバセンサに関するアンケート調査を実施した結果のまとめである。

2 制定の経緯

光ファイバセンシングは新しい計測システムとして画期的な可能性を示している。しかしながら、工業的には新しい技術であるが故に標準化が遅れており、工業的展開への大きな阻害要因となっている。光産業技術振興協会ファイバオプティクス標準化部会光ファイバセンサ専門部会では、2017年より光ファイバ電流センサを IEC に提案している（IEC 61757-4-3 ED1, Fibre optic sensors – Part 4-3: Electric current measurement – Polarimetric method）。一方で、光ファイバ電流センサの次に提案する光ファイバセンサを決定するにあたり多種多様な光ファイバセンサの市場や活用状況を精査して決定する必要がある。

以上の理由によって、光ファイバセンサ専門部会は、日本国内の大学、企業及び研究機関を対象としたアンケート調査を 2016年8月から9月までの期間に実施した。アンケート結果を 2019年4月から2020年3月までの間に技術資料（TP）としてまとめた。

今回の調査結果から、国内で研究又は利用されている主な光ファイバセンサ及びその適用分野が明らかになったので、この結果を基に、今後の標準化提案を進めていく。

3 審議中に特に問題となった事項

この技術資料の作成にあたり、審議中に問題となった事項及び審議結果は、次のとおりである。

- a) アンケートで得た具体的な要望などのコメントが、回答者の秘密情報に当たる可能性があり、公開できないのではないかとの問題が指摘された。審議した結果、アンケート調査の目的は、国内の光ファイバセンサに関する市場状況、具体的な要望などのコメントを集約するためであることが確認されたので、個人、企業などを特定できるようなコメント、数値などは除外して、技術資料に記載することとした。

4 構成要素

主な項目は次のとおりである。

- a) 適用範囲（箇条 1）

この技術資料は、2016年8月から9月までに実施した光ファイバセンサに関するアンケート調査の結果としている。

b) 引用規格（箇条2）

この技術資料で引用する規格はない。

c) 用語及び定義（箇条3）

アンケートに記載している光ファイバセンサの原理における技術用語を定義づけた。

d) 調査の背景（箇条4）

光ファイバセンサに関するアンケート調査を実施する上での背景を記載した。

e) アンケート調査の内容及び回答結果（箇条5）

光ファイバセンサに関する質問内容と、その回答結果を記載した。質問内容は、所属に関する質問、保有する計測器に関する質問、販売している光ファイバセンサに関する質問、標準化活動に関する質問、標準化したい光ファイバセンサに関する質問の合計六つで構成される。各質問の回答については、個人を特定できないように加工して、グラフ又は表にしてまとめた。

5 TP 作成・検討メンバ

TP 作成・検討メンバの構成表を、次に示す。

氏名	所属
田 畑 和 文	オプトオール株式会社
小 泉 健 吾	沖電気工業株式会社

（執筆者 小泉 健吾）

6 原案作成部会の構成表

原案作成メンバの構成表を、次に示す。

ファイバオプティクス標準化部会光ファイバセンサ専門部会 構成表

（2019年4月～2020年3月）

	氏名	所属
(議長)	村 山 英 晶	東京大学
(メンバ)	足 立 正 二	横河電機株式会社
	荒 木 則 幸	日本電信電話株式会社
	今 井 道 男	鹿島建設株式会社（2020年2月から）
	大 道 浩 児	株式会社フジクラ
	大 森 賢 一	株式会社フジクラ（2019年11月から）
	加 藤 一	住友電気工業株式会社（2019年8月まで）
	熊 田 亜紀子	東京大学
	黒 澤 潔	
	小 泉 健 吾	沖電気工業株式会社
	斉 藤 崇 記	アンリツ株式会社
	佐々木 一 正	産業技術大学院大学
	佐々木 勝	アダマンド並木精密宝石株式会社
	佐 藤 功 紀	古河電気工業株式会社
	高 橋 正 雄	株式会社東芝
	田 畑 和 文	オプトオール株式会社

	藤 田 圭 一	長野計器株式会社
	町 島 祐 一	株式会社レーザック
	山 口 達 史	株式会社東光高岳
(オブザーバ)	加 藤 俊 二	国立研究開発法人土木研究所
	米 田 竜 司	経済産業省
	渋 谷 隆	株式会社白山
	堤 潤 也	経済産業省
	増 田 岳 夫	一般財団法人光産業技術振興協会
	森 洸 遥	日本電気株式会社
(事務局)	依 田 幸 英	日本電気株式会社
	村 谷 博 文	一般財団法人光産業技術振興協会
	八重樫 誠 司	一般財団法人光産業技術振興協会 (2019年9月まで)
	森 高 章	一般財団法人光産業技術振興協会 (2019年10月から)
		(執筆者 小泉 健吾)

禁無断転載

この OITDA 規格の TP (技術資料) は, 一般財団法人光産業技術振興協会
ファイバオプティクス標準化部会 光ファイバセンサ専門部会で審議・取纏
めたものである。

この資料についてのご意見又はご質問は, 下記にご連絡ください。

TP (技術資料) :

光ファイバセンサに関するアンケート調査
(Questionnaire survey on optical fiber sensors)

TP 番号 : OITDA/TP 31/FS:2020 第 1 版

第 1 版 公表日 : 2020 年 3 月 25 日

発行者 : 一般財団法人光産業技術振興協会
住所 : 〒112-0014 東京都文京区関口 1-20-10
住友江戸川橋駅前ビル 7F
電話 : 03-5225-6431 FAX : 03-5225-6435
e-mail : opt-st@oitda.or.jp (標準化室)