

Topics for Your Update

2010

Vol.21 ISO清浄度規格の誕生

フィッチ博士へのインタビューから

A Conversation with Dad

Pioneer, Educator and Mentor in Fluid Contamination Control

著者：Jim Fitch (Noria Corporation)

翻訳：稲子みどり (コンパス・トゥーワン) Tel. 03-5609-9829 midori@compass21.jp

▼TYUバックナンバー

- Vol. 1 RCM分析からみる52の潤滑故障モード
- Vol. 2 ワールドクラス潤滑プログラムへの転換
- Vol. 3 オイル分析を成功に導く9ステップ
- Vol. 4 鉄粉濃度を理解する
- Vol. 5 今どきのオイル分析士には今どきの秘策がある
- Vol. 6 潤滑剤の貯蔵限界 - その推奨値を求めて -
- Vol. 7 グリース選定 一歩ずつ戦略
- Vol. 8 オイル分析統計情報入門
- Vol. 9 粒子計数技術 - ふるい式と減光式 -
- Vol.10 信頼性プロよ、内省すべし
- Vol.11 オイルサンプリングの"べし・べからず"リスト
- Vol.12 現場のメンテナンスと粘度計測
- Vol.13 オイル分析 vs. 顕微鏡分析 状況に応じた選択法
- Vol.14 油中水分汚染の除去
- Vol.15 お粗末な潤滑管理で損しないために
- Vol.16 フィルター・エレメントの検査

- Vol.17 ギヤ油に関する7つのQ&A
- Vol.18 潤滑貯蔵庫 - 改善の機会を逃すな -
- Vol.19 オイル分析と振動解析の統合
- Vol.20 フィルターのベータ値 (ろ過比) を理解する
- Vol.21
- Vol.22
- Vol.23

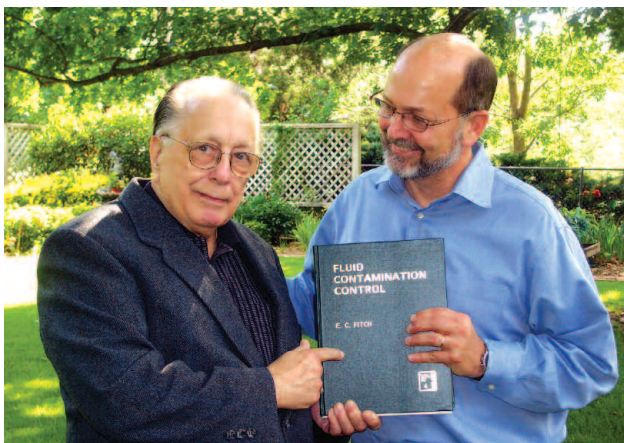
本稿は「マシナリー・ルブリケーション 日本版」2006年11-12月号に掲載された記事の加筆・修正版となります。

読者諸氏中には私の父、アーネスト・C.フィッチ博士を個人的に知っている人もいるだろうし、評判を聞いたことがあるとか、おそらく出版物によって知ったという人もいると思う。父は現在、85歳である。父の知識と先見性は、私の職業人生の間、常に感化を与えてくれた。すばらしい指導者であり、やる気を引き出すのが上手い。今も彼は、トライボロジーならびに流体力学の分野で活躍を続けている。

このインタビューを発表する気になった最大の動機は、彼が、汚染管理において、影響力の大きい仕事を行ってきたことにある。約30年にわたり、何百もの企業や政府機関によって応用されている彼の汚染管理の知識は、機械の信頼性に対し、同時期に発表された他のいかなるメンテナンス構想より、広範囲かつ長期的な影響を与えていることを、読者に知って頂きたいのだ。彼の略歴は、簡単に文中に記載したので参照されたい。

汚染管理の黎明期

Q : 発端から始めましょう。いつ、どこで、どのように汚染管理分野に入ったのか、きっかけを教えてください。このテーマに出会ったのは、偶然でしょ



フィッチ博士 (左) とジム・フィッチ (右: インタビュアー)

うか。それとも戦略的先見性にに基づいたのですか？

A : 1958年の春、私は、オクラホマシティにあるティンカー空軍基地での航空機油圧システムの「流体汚染に関する委託研究契約」を、米国空軍から獲得した。そこで私は、この分野で主要な文献調査を行うことからプロジェクトを開始した。この研究は、私がオクラホマ大学で博士課程を修了するため、研究休暇を取ったために中断されたが、オクラホマ州立大学 (OSU) に戻った時、空軍から新たに9年間の委託研究契約を得ることができた。このサポートを得て、私は様々な空軍基地の数多くのシステムに関する汚染管理の実践に基づく知識と、実地経験を積み上げた。このことが、素晴らしいバックグラウンドを手にするまれな機会となり、私の汚染管理分野でのキャリアに大いに役立っている。

もう一つの重要な出来事は、私が1962年11月に書き著した「A Basic Science Program in Filtration Mechanics (ろ過の機構における基礎科学プログラム)」と題した報告書に関するものだ。アラバマ州ハンツビルに米航空宇宙局 (NASA) が、この報告書を見て、このテーマに関する6年間の研究プログラムのスポンサーになると申し出た。まさにこれが好機だった! この結果、フルードパワー基礎研究プログラム (BFPR) が新設されることとなり、私が引退するまで続いた。NASAは私に油圧システム中の粒子物質の捕捉・捕集に関する様々な汚染管理の試験方法について研究するよう勧めた。NASAと空軍の調査研究により、BFPRのスポンサーの興味を引くに値する、極めて多数の派生的テーマが見いだされ、発表された。私は、大学院機械工学の指導教官として、汚染管理博士課程の最初の学生、ロジャー・H. タッカーを1966年6月に卒業させた。ロバート・ボーズとロス・M. スタンツがそれに続き、数多くの学生が卒業

していった。卒業後数年間に、彼らが研究したテーマの一部を以下に挙げよう。

- ・キャビテーションによる汚染物質の発生
- ・部品の汚染物質堆積層形成
- ・バルブの汚染に対する感度
- ・ろ過の機構—粒子の捕捉・捕集
- ・分析フェログラフィーと摩耗粉分析
- ・機械部品の汚染耐性
- ・汚染管理のための数学モデル
- ・ポンプの信頼性と寿命に及ぼす汚染物質の影響

1969年6月、米陸軍はBFPRと共同で汚染プログラムを開始した。このプログラムは、10年以上にわたって実施され、結果的に数百もの試験方法が開発された。ちなみに、これらの試験方法の多くが、現在もNFPA、ANSI、ISO規格として使用されている。その頃私は、我々の研究所に、自分達の研究している内容が一目でわかる名称をつけなければならないと考えた。1969年9月に「フルードパワー研究センタ

ー (Fluid Power Research Center : FPRC) 」という新しい名称で、大学の承認を得ることができた。

パイオニアたち

Q: 汚染管理分野で研究を続けるのに最も刺激になったもの、または人物はいますか？ 初期の先駆者・指導者は誰ですか？

A: 1970年の初頭、BFPRのスポンサーと政府の委託契約のために仕事をする中で、汚染管理分野における多くの優れたエンジニアと親交を得た。Bendix社のフレッド・コール、ポール社のジョン・フェリス、アーウィン・キーンバウアー、それからレオナルド・ベンシュ、Hillard社のフィンレイ・ステイール、J. I. Case 社ジーン・フェレンディ、Bardyne社のI. T. ホン、FES社のR.K. テスマン、John Deere社のマービン・グラハム、Parker Hannifin社のジーク・ランスキーなどである。いずれも汚染管理の複雑な問題に関し、詳細な知識を得るのを助けてもらった。彼らの多くは1970年代に私に同行して、ISO委員会の会議に出席した。そこで我々は大きな成功を収め、その存在をアピールした。

次々に制定されたISO規格

Q: 国際標準化機構 (ISO) について。ISO TC131汚染管理技術委員会の委員長として、任期中に果たした主な実績を挙げてください。

A: 1973年12月初め、私は米国内の数多くの標準化委員会 (NFPA、SAE、ASTM、ANSI) の委員を務め、その後、国際的な委員会 (ISO、BSI、NATO、Hydraulika、CETOP) の委員を務めた。そこで、フルードパワー研究センターで開発した (あるいは、少なくとも開発に直接関与した) 試験方法の原案の多くを、我々は数多く提出した。よく知られている



上：ロンドンにて (1972年)、左：パッチテスト・キット (1982年)、
右：マルチパス試験機 (1982年)

アーネスト・C. フィッチ博士の略歴

E. C. フィッチは、第二次世界大戦で入隊するまで巡回機械技師として技術工学分野の仕事を始めた。オクラホマ州立大学から機械工学で理学修士号を受けた後、Jersey Production Research社、Boeing Aircraft社、Deere and Company社、Cincinnati Milacron社、Cessna Fluid Power社に勤務することで実務経験を積んだ。

オクラホマ州立大学で教職にあった35年間で、100人を超える博士・修士課程の学生と、数え切れない数の学部学生を指導した。自分の学生達に実地研究の場を与えるため、1956年、後にフルードパワー研究センター (FPRC) となる委託研究センターを開設した。少なくとも160社の企業と政府機関が研究のスポンサーになり、学生達に資金援助を提供した。

18年にわたり、フィッチ博士はトライボロジー、汚染管理、流体力学に関する何百もの試験方法の開発において、複数の研究チームを指揮した。これらの試験方法の多くは、米国内のみならず、国際規格となっている。また、SAE、ANSI、NFPA、ISOなど、6つの標準化委員会のメンバーや委員長を歴任した。

この間フィッチ博士は、油圧技術、トライボロジー、汚染管理に関するサービスを提供する民間企業数社を共同で設立した。250件以上のコンサルティングプロジェクトおよび200件近い裁判に関わり、210以上の技術論文と20冊の本を執筆してきた。フィッチ博士は、16件の米国特許と15件の外国特許を取得しており、5件の特許を申請中である。1960年代から1980年代まで、3つの国際的な技術ジャーナル誌の編集長を務めた。

フィッチ博士は現在、オハイオ州立大学の機械航空工学科名誉教授であり、州・米国内および国際的な専門組織から、15にのぼる大きな称号と賞を授与されている。以下にいくつかの賞を一例として挙げる。

- ・米国プロフェッショナルエンジニア協会からWonders of Engineering Award (ワンダーズ・オブ・エンジニアリング賞) を受賞
- ・米国フルードパワー協会からDistinguished Educational Leader (優秀教育リーダー賞) を受賞
- ・標準化におけるリーダーシップを功績としてSAEフェローに選出
- ・米国フルードパワー協会からNational Achievement Award (米国特別業績賞) を受賞
- ・中国武漢の華中科技大学から名誉教授の称号
- ・オクラホマ州立大学評議員会・教授会により11年間にわたりDistinguished Professor in mechanical engineering (機械工学部優秀教授) に選出
- ・オクラホマ州立大学同窓会殿堂入り

規格も含まれている。

- ・流体のサンプリング — ISO 4021
- ・サンプルボトルの清浄度 — ISO 3722
- ・自動粒子計数器の校正法 — ISO 4402
- ・マルチパス法によるフィルター性能評価 (ベータ値) — ISO 4572

マルチパス試験の誕生

Q: 汚染管理分野にとっての重要性という意味で、最も重要な規格は何ですか？

A: それは、間違いなくマルチパスろ過性能 (ISO 4572) 試験規格だった。これはベータ値 (ろ過率) 評価としても知られている。この試験規格案は、ISO で多くの国を代表する投票メンバーの支持と同意が必要だった。大きなプレッシャーだったが、それは、米陸軍が国際統一規格のフィルターを購入できるように、この規格案の通過を望んでいたからだ。我々はまずNFPA (米国フルードパワー協会)、次にANSI (米国規格協会) の承認を得なければならなかった。その後、規格案は最終的にISO-TC131技術委員会に提出された。このために私は、影響力のある国々に、少なくとも10回は訪れて彼らの支持を獲得した。1978年、ついにこの大きな規格が承認された。

産業界は、最終的に、時代遅れのフィルター効率プロトコル (公称および絶対ろ過精度の両方) を廃止しなければならないことを認めた。フィルター効率の試験方法と表示方法が乱立し、国際的に統一した試験方法がなかったのだ。結果として、試験方法を表す別の名前が必要になり、“ベータ値” という言葉が選ばれた。

粒子計数器の誕生

Q: 現在、潤滑剤や作動油に使用する光学式粒子計

数器が25種類以上市販されています。光学式粒子計数の歴史について教えてください。また、光学式粒子計数器をオイルと一緒に使用する適切な方法を開発する上で、初期にFPRCが直面した難題について話してください。

A: 我々が最初に顕微鏡法に代わる作動油中粒子計数を試みたのは、コールター計数器の使用であった。このタイプの粒子計数器は、電気的センサーを用いて、オリフィスを通過する粒子によって生じる電導率の変化を測定する。そのため、我々はオイルを電気伝導性にする適切な電解質を開発しなければならなかった。

この障壁はあまりにも大きかったので、我々はHIAC光学式粒子計数器という新しい技術を開発者のレオン・カーバーから買収した。彼は当時、カリフォルニア州クレアモントにある彼の自宅の納屋で仕事をしていた。1962年に、空軍がスポンサーになってくれたことに加えて、この技術買収によって極めて効率的に自動粒子計数を行うことが可能になった。その上、この専門技術のおかげで、ライトパターソン空軍基地から、使用可能な航空機を点検するためのハイドロサイクロン開発に関する大きな委託契約を2件手にいれることができた。

光学式粒子計数器を用いて行った研究によって、NASAが校正法の開発で我々をサポートしてくれることになった。我々は、標準の汚染校正物質としてエアクリーナー・ファインテストダスト (ACFTD) の使用を選択した。NASAと空軍は、我々の校正法を受け入れてくれたが、HIAC社はじめ産業界には採用されなかった。実際、米陸軍が我々の汚染管理研究のスポンサーになり、我々のNASA粒子計数器校正法が陸軍用手順としてNFPAに提出され、やっと採用されたのだ。そして、後にNFPA、ANSI、ISOの標準と

なった。この最初の手順は、NISTが関わって1999年に変更された。

ISO清浄度コードの誕生

Q: ISO Solid Contamination Code—ISO 4406 (固体粒子による汚染コード) の歴史と始まりについて話してください。なぜ粒子レンジに $5\mu\text{m}$ と $15\mu\text{m}$ の二つの数字が選ばれたのですか？

A: 実は、このISOコードによって、1950年代後半と1960年代初めに始まった流体の清浄度の計数方法に対する産業界の探求が終結した。FPRCや私を含め、多数の個人や組織が、このような試験方法の開発を試みては失敗していた。

これは、英国ポーツマスのVickers社欧州部門に所属するピーター・J. ウィルソンの功績である。彼は、AHM、BSI、ISOの汚染に関する委員会のメンバーだった。ビールを飲みながらアイデアを話してくれた時、私の最初の反応は鈍かったと思う。単純過ぎて、正確ではないように思えたのだ。有用性を少しばかり調べた後で、私は彼が大変なことを成し遂げたことに気がついた。ピーターのために、この概念をサポートできることを名誉に思った。これは、1974年により承認された。ISOの会議から自宅に帰った後、私は「The New ISO Cleanliness Code—Let's Use It (新しいISO清浄度コード：これを使おう)」と題する論文を書いた。

このコードは、液体の汚染レベルを表す特定の粒子レンジを用いて2段階で表示するため、単位体積中に含まれる $5\mu\text{m}$ と $15\mu\text{m}$ 以上の粒子濃度を2段階で表示するステップ比に基づく。ピーター・ウィルソンは、シルト(砂より小さく粘土より粗い粒子)の汚染状態を反映するために5を選び、摩耗粒子の存在を反映するために15を選んだ。これにより、 $5\mu\text{m}$ と

15 μ mでの粒子数の範囲に基づくISO規格となった。現在、ISOは粒子サイズを初期の5 μ mと15 μ mではなく、4 μ m、6 μ m、14 μ mの3段階で表示すると規定している。時間とともに、自動粒子計数器は高精度になっているので、3段階表示方式がますます重要になっていくかもしれない。しかし私は現時点において、これらの有用性に疑問を持っている。

Q: これまで果たしてきた功績のうち、最大と思われるものを一つ挙げるとすると何ですか？

A: おそらく粒子計数器校正とマルチパスろ過性能試験法（ベータ値）のどちらかだろう。我々は、この業界で、油圧機器設備が汚染物質からどの程度影響を受けるかを評価するという、他に誰もやっていないテーマを研究しているのだ。それに、新しい部品や機器の信頼性と寿命を向上するために、設計、材料、製造という見地から、何が本当に達成されているのだろうか？ いつの日か、このテーマの重要性が明らかになり、世界中の部品メーカーの目を覚ますことになるだろう。 **ML**



国内総代理店: コンバストゥーン



セミナー講師:
Martin Williamson,
KEW Engineering Ltd.

潤滑管理のすべて
カスタマイズバージョン

Mastering Lubrication Management



講師との相互コミュニケーションで進行する
臨場感あふれるセミナーです。

日程・会場・内容に応じて設計いたします。

- ☑ 潤滑とオイル分析の基礎が理解できます。
- ☑ 潤滑戦略のアイデアが培われます。
- ☑ オイル分析の結果が改善できます。
- ☑ 信頼性を引き上げることができます。
- ☑ 利益率や投資効率が上がります。
- ☑ 品質ゴールが改善できます。
- ☑ ICML試験対策に実績があります。

まずはお問い合わせください。

KEW@compass21.jp Tel. 035609-9829