焦　点

安楽椅子から光学を

ＨＯＹＡ株式会社　ビジョンケア部門
技術研究開発部 設計グループ
松岡祥平　MATSUOKA, Shohei

暑さもようやくピークを過ぎました。7，8 月はあまりに暑く，職場に行きたくないと思われた方も多いのではないでしょうか。私自身，ほとんど職場に顔を出しませんでした。ただし，その理由は暑さではありません。

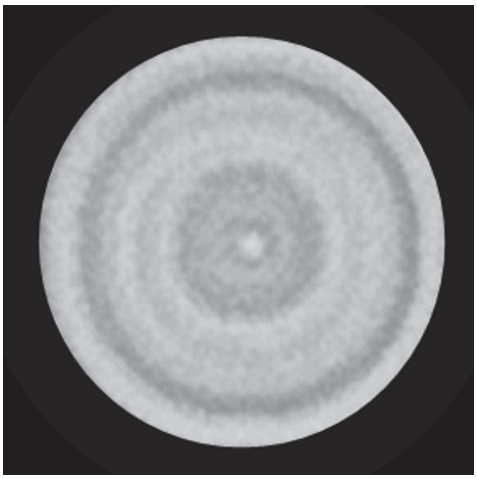
みなさまはミステリィ小説を読まれるでしょうか？私は特に安楽椅子探偵ものが好きです。安楽椅子探偵とは，推理役が現場に行かず，助手役や人々からの伝聞，テレビや新聞の情報だけから推理を組み立て事件解決へと導くスタイルです。古典としてはアガサクリスティのミス・マープルシリーズ『火曜クラブ』[1]があります。国内では何度かドラマ化やアニメ化がされている東川篤哉『謎解きはディナーの後で』シリーズ[2]が有名でしょう。私のお気に入りは坂木司『切れない糸』[3]でして，クリーニング店の二代目が持ち込まれた衣服からお得意様の困りごとを解決する話です。いわゆる“日常の謎”と呼ばれる，刑事事件が起きないミステリィです。安楽椅子探偵は現場への干渉がすくないことから，相手の立場を尊重しつつプライベートな困りごとを解決する日常の謎との相性は抜群です。ある意味では，メーカーにおける光学設計者が解決する課題も日常の謎に近いと考えます。そうであれば，光学設計者が安楽椅子探偵を目指しても良いのではないでしょうか。だから私は，現場に足を運ばなくても本質にたどり着ける光学設計者を目指しているのです。

光学設計者にとって一番身近な現場・職場は，製造装置・実験装置のある工場や光学計算ソフトウェアがインストールされた PC のあるオフィスでしょう。安楽椅子探偵に憧れる私は装置やソフトウェアから離れる準備を始めました。実験をせずとも計算だけから光学現象を再現でき，特別なソフトウェアに頼らずとも頭の中だけで計算できるなんて素晴らしいことではないですか。クーラーの部屋でアイスを食べている間でさえも頭のなかで光学設計をし続けることができるのです。

実体験として効果的だったのは，直交関数展開で定量化できる光学現象の引き出しを増やすことです。直交関数はコツさえ掴めば頭の中で概算がしやすいですから。特に技術の伝承を考えた場合，光学を専門としないエンジニアにも馴染みがあるフーリエ変換で表せるものが良いです。探偵には推理をわかりやすく伝える義務があるように，光学設計者にも培った技術をわかりやすく伝える義務があります。

一例として，曖昧関数（Ambiguity Function）を用いたスルーフォーカスでの OTF 特性の計算を紹介します。通常，焦点位置での光学伝達関数 OTF は瞳関数の自己相関から計算できますが，その被積分関数をフーリエ変換することで，デフォーカス量と OTF の関係性を関数として表すことが出来ます。増焦点を狙ったコンピュテーショナルイメージング分野ではお馴染みの方法[4]ですが，私は焦点

深度が浅くボケ味が美しいことが求められるカメラ用交換レンズ分野にこそ有用と感じていました。写真撮影においてボケ表現を与えたい物体距離と，ボケ味の劣化として人が知覚しやすい空間周波数から，波面やレンズ面に許容できるうねりの空間周波数と大きさが頭の中で推定できます[5]。このように問題を定式化できれば，加工機を制御するエンジニアには振動の周波数の問題として，表面プロファイルを解析するエンジニアにはプロファイル画像の周波数の問題として，光学設計者が頭の中で解決した問題は，それぞれが得意分野を活かして解決する問題へと置き換わります。疎遠による不干渉ではなく，自立による不干渉が成立するのです。



ボケ味が好まれない例

ところで,探偵ものには一つ困った特徴があります。探偵役のまわりで事件が起りすぎることです。週刊連載の宿命で二週間にいちどのペースで事件が起きる青山剛昌『名探偵コナン』[6]はあまりにも有名です。フィクションだから笑い話になるのであって現実で起きては大問題です。それが現実になりつつあるのが眼鏡レンズ分野です。スマートフォンの普及や屋外活動減少にともない近視者が直近 20 年で 50%も増加しているのです[7]。近視による影響が日常の困りごと程度であるのなら，お客様にあわせたレンズ設計を行いそれぞれ解決していくのもよいでしょう。事実，様々なフィルタ付きレンズや自由曲面レンズが登場しています。しかし，強度近視は網膜剥離，緑内障，近視性黄斑症などの重篤な眼疾患のリスクを高めます。強度近視はあらわれてから解決すれば良い問題ではなく未然に防ぐ問題なのです。近視の強度化を防ぐには児童期からの治療が鍵となります。

レンズによる近視進行抑制の試みには長い歴史があります。2007 年には Dennis Y. Tse らの研究チームがヒヨコを用いた研究でフォーカス状態とデフォーカス状態を同時に網膜へ与えることが眼球成長や屈折発達に影響することを示しました[8]。6 日後の屈折状態は，フォーカス度数とレンズ上でデフォーカス作用を持つ部位の面積の両方に応じて変化するという知見が得られています。2014 年～2019 年には BLINK Study[9]と呼ばれる，近視児童を対象に異なる加入度数の多焦点コンタクトレンズの効果を調査する研究が実施されました。加入度数+2.50D のレンズは+1.50D のレンズと比較して近視進行および眼軸伸長をより強く抑制することが観察されました。現在はこれら知見を眼鏡レンズに組み込むことに関心が寄せられており，私が取り組んでいるテーマの一つでもあります。

執筆にあたり文庫本を読み返している最中，裸眼のほうが速く読めることに気がつきました。どうやら安楽椅子に腰掛けたまま累進多焦点レンズを設計するための準備も私の中に揃いつつあるようです。

参考文献

1) Christie, A., The Thirteen Problems, Collins Crime Club, (1932).
2) 東川篤哉, 『謎解きはディナーのあとで』シリーズ, 小学館, (2010-).
3) 坂木司, 『切れない糸』, 東京創元社, (2005).
4) A. Papoulis, “Ambiguity function in Fourier optics,” J. Opt. Soc. Am. 64(6), 779-788 (1974). doi:10.1364/JOSA.64.000779
5) 松岡祥平, 「評価値算出方法, 評価値算出プログラム及び評価値算出装置」, 特許第 6692225 号 (2020).
6) 青山剛昌, 『名探偵コナン』シリーズ, 小学館, (1994-).
7) B. A. Holden, T. R. Fricke, D. A. Wilson, et al., “Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050,” Ophthalmology 123(5), 1036-1042 (2016). doi:10.1016/j.ophtha.2016.01.006
8) D. Y. Tse, C. H. To, L. L. Woo, T. H. Lam, and K. F. Chan, “Simultaneous defocus integration during refractive development,” Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 48(12), 5352-5359 (2007). doi:10.1167/iovs.07-0383
9) J. J. Walline, M. K. Walker, D. O. Mutti, et al., “Effect of High Add Power, Medium Add Power, or Single-Vision Contact Lenses on Myopia Progression in Children: The BLINK Randomized Clinical Trial,” JAMA 324(6), 571-580 (2020). doi:10.1001/jama.2020.10834