

# コンサルテーションコーナー

## エキスパートに聞く

●話題提供者 大橋 勉●

症 例：53歳女性。

現病歴：2019年4月、視力低下を自覚し大橋眼科（以下当院）を受診した。初診視力はRV=0.03（0.4×S-9.50 diopter（以下D）：C-5.00D Ax35），LV=0.03（0.7p×S-10.00D：C-4.00D Ax120）であった。全身にアトピー性皮膚炎があり、両アレルギー性結膜炎、両アトピー性白内障を合併していた。外来通院をしていたが視力低下が進行し、両白内障手術を希望されたため、当院にて超音波白内障手術と眼内レンズ（intraocular lens 以下IOL）の挿入術を予定した。ハードコンタクトレンズは、昔は使用していたが現在は使用していない。

術前検査：核硬度2.5度程度（Emery-Little分類）の白内障を認め、前眼部optical coherence tomography（以下OCT）CASIA2（Tomey社）にて角膜形状解析を行ったところ、右眼平均K値49.0D、左眼47.0Dの円錐角膜を認めた。Ectasia Screeningは両眼とも95%であり、角膜全乱視（Real Cyl）は右眼が-4.2D、左眼が-3.0D、正乱視成分は右眼が3mmで2.80D、左眼が1.99Dであった（図1、2）。ま

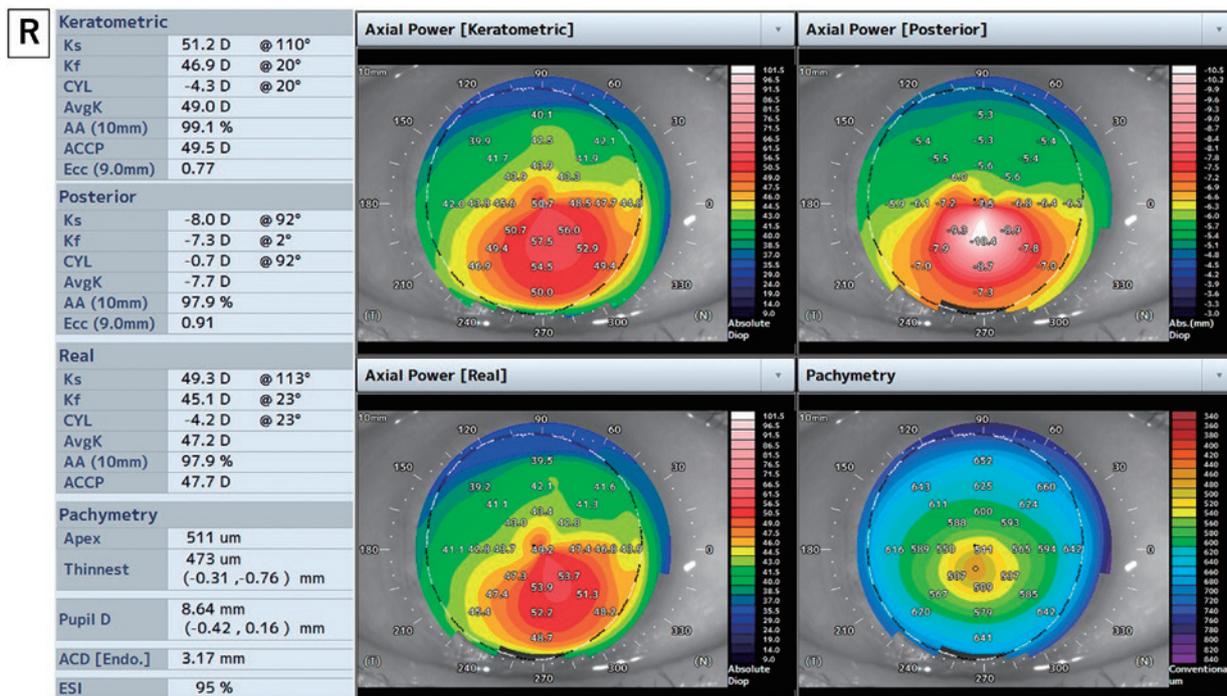


図1 右眼の角膜形状解析

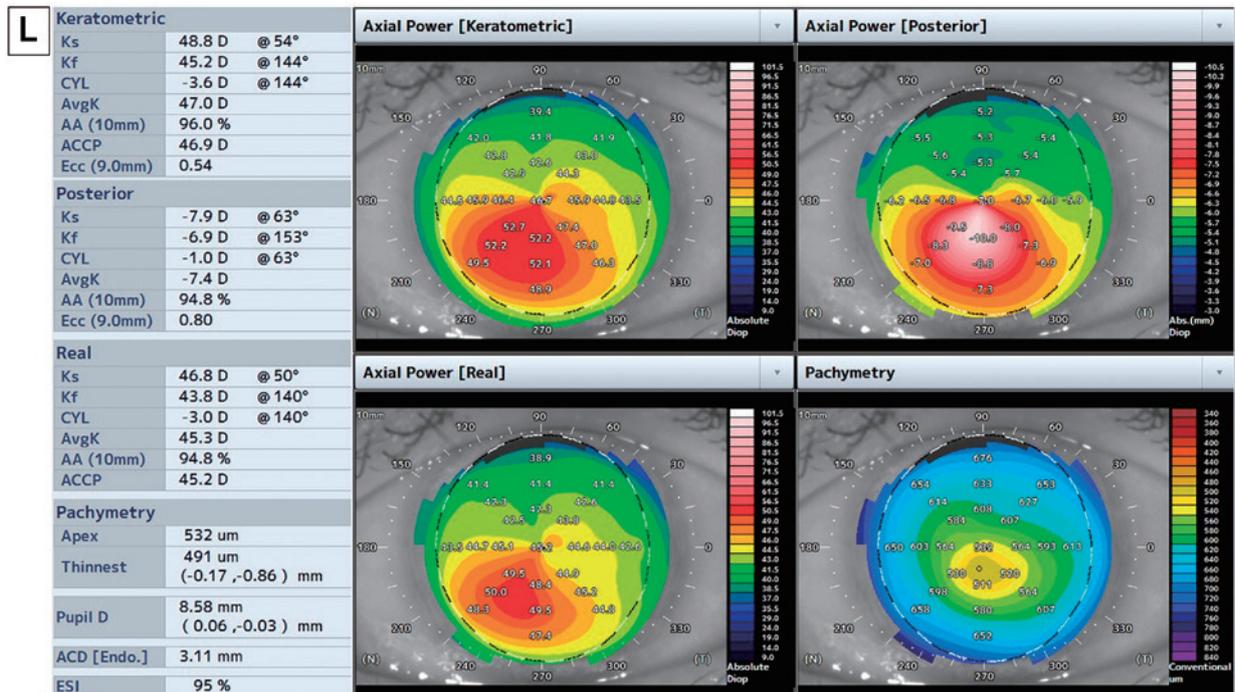


図2 左眼の角膜形状解析

た、KR-1W（トプコン社）で測定した角膜高次収差は、右眼が1.461 $\mu$ m、左眼が2.236 $\mu$ mであった。眼圧、眼底には特記すべき異常を認めなかった。

患者の希望により、目標屈折度は近方とし、遠方には眼鏡装用が必要であることを説明した。

[質問]

本症例のような円錐角膜の症例において、

- ①トーリック IOL 挿入の可否、トーリック度数や軸決定についての考え方、
  - ②角膜内リングを挿入する場合は、白内障手術前または術後、どちらが良いか、
- ご教授のほどよろしくお願い致します。

回答1

名古屋アイクリニック  
小島 隆 司

1. 結論から言うと、私は本症例ではトーリック IOL は使わないと思われる。円錐角膜で、トーリック IOL の可否を考える上でまず大切なことは、術後にハードコンタクトレンズを使う可能性があるかどうかである。私の個人的な経験になるが、術前に使っていない場合でも、白内障術後矯正視力が出るようになると、再び使いたいと患者から言われたこともあり、その可能性が全くないのかどうかをまず確認する必要がある。もし可能性が少しでもあるのであれば、トーリック IOL を挿入することはできない。

続いて、私はターゲットとする球面度数からトーリック IOL 使用の可否を考えている。円錐角膜の症例は、軽度で裸眼視力が十分期待できそうな円錐角膜以外は遠視ズレのことを想定して近視狙いにして、術後は眼鏡で過ごして頂くことが多い。本症例もそのような症例と思われる。乱視も眼鏡と一緒に矯正できるので、あえてトーリック IOL を挿入する必要はないと思われる。もう一つの基準が、角膜形状である。本症例は K 値はそれほど高くないが、上下非対称性が強い角膜形状である。実際に Real power での乱視よりフーリエ解析をしたときの乱視はかなり小さくなっており、眼鏡で矯正が可能と思われる。そして、本患者はこれまで眼鏡矯正で過ごしてきたことを考えると、乱

視は多少残っても不満は出ないと思われる。

最後に、アトピー性皮膚炎患者はチン小帯脆弱のリスクもあり、術後にトーリック IOL が偏位し、十分な乱視矯正効果が得られない可能性もある。

2. 角膜内リングには、角膜不正乱視を軽減する効果がある。特に非対称成分が低減するため、矯正視力をさらに向上させたい場合に適応となる。本症例では、患者が白内障になる前の視力にも不便を感じており、白内障になる前の状態よりも改善させたいという希望があるなら適応と考えても良いと思われる。実際に同様の角膜形状の患者に角膜内リングを挿入した症例の前眼部 OCT 所見を、図 3 に示す。このように非対称成分が軽減して正乱視成分のみになればトーリック IOL の良い適応となる。

白内障手術と角膜内リングを計画的に行う際は、基本的に角膜内リングを最初に行い、その後に白内障手術を行うのが良い。なぜなら、角膜内リングは角膜屈折矯正手術の一種ではあるが、予測性が悪いのが欠点である。特に円錐角膜のような病的な角膜においては、術後の K 値や乱視がどの程度まで改善されるのかわからない。このため、最終的に白内障手術で目標度数を調整することが良いと思われる。

術前検査の時期は、角膜内リング手術が終わって 3 ヶ月程度空けて行っている。角膜中央部分がフラット化し上皮の再構築によって、術後 1 ヶ月以降も若干角膜形状に変化が起こる症例があるためである。

白内障手術を行うに当たって、5mm 径の角膜内リン

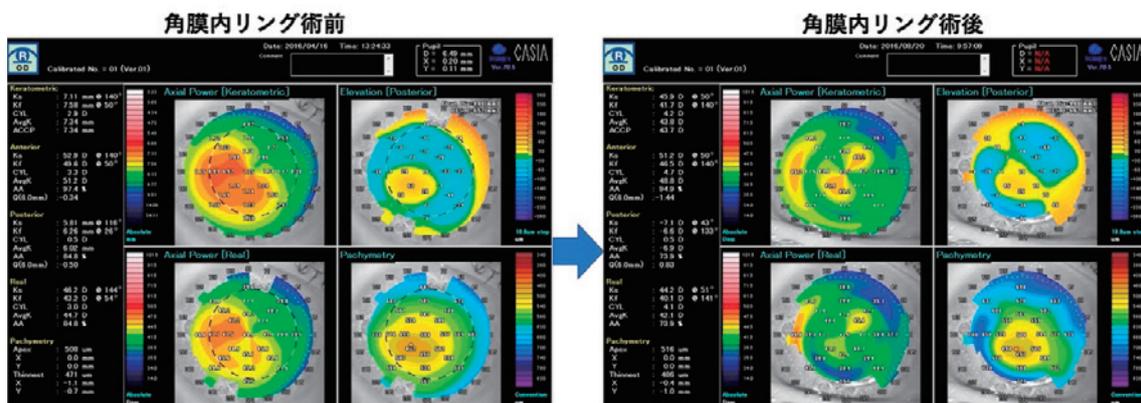


図 3 角膜内リングで不正乱視の軽減が得られた症例

グは continuous curvilinear capsulorhexis (CCC) を行う際にやや邪魔と感ずるときがあるが、超音波水晶体乳化吸引術は核片を真ん中に集めて処理するようにすれば、特に手術に大きな問題となることはない。

**回答2**

みなとみらいアイクリニック  
荒井 宏幸

1) 角膜内リングの時期と適応について

基本的には角膜内リングは白内障手術の前におこなう。リング挿入後、少なくとも3ヶ月の経過観察後に、角膜形状を再解析してIOL度数計算をおこなう。可能であれば約半年程度は形状変化をフォローすることが望ましい。本症例はリング挿入部である角膜中心6mm径付近の角膜厚が400 $\mu$ m以上あるので、両眼とも角膜内リングの適応はあると考える。

2) IOL の選択について (toric レンズの可否)

当院ではピンホール型IOLであるIC-8<sup>®</sup> (AcuFocus社製、図4) を使用する可能性が高い。IC-8<sup>®</sup>は不正乱視成分の軽減と1.5~2.0Dの正乱視矯正効果があるため、本症例のような中等度円錐角膜にも適応がある。通常のIOLにて対応するのであれば、術後にハードコンタクトレンズ (hard contact lens 以下HCL) を使用するかどうかのポイントであろう。術後にHCLを使用する予定であれば、眼内での乱視矯正はHCLの処方難しさを避けた方がよいと思われる。HCLでもフロントトーリックタイプが処方可能であれば、トーリックIOLを使用しても問題はないが、特殊なHCL処方に習熟している必要がある。術後に眼鏡やソフトコンタクトレンズにての矯正を希望している場合には、トーリックIOLを選択する。IOLで矯正可能な乱視は正乱視のみであるが、正乱視成分のみの矯正を目標とするよりも、全乱視のある程度までを考慮して乱視度数を決定してもよいと考える。本症例の場合には、右眼はC 3.0Dとし、左眼はC 2.25Dが適当であろう。

3) IOL 度数計算について

円錐角膜眼のIOL度数計算は難しいことが多いが、

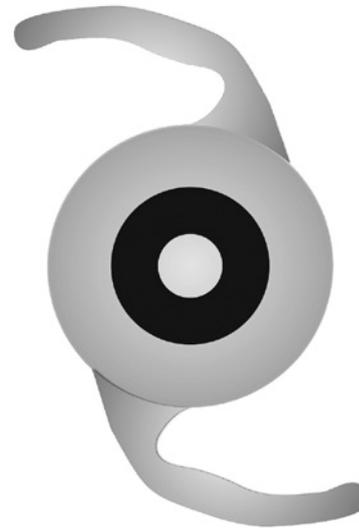


図4 IC-8<sup>®</sup>の外観図  
ピンホール状のマスクが内包されている。

最近では比較的良好な結果を期待できる計算式が登場してきている。筆者が参考しているのは、Barrett True K式 (predicted および measured) とKANE式のkeratoconus versionである。最近の報告でも、この3式の成績が良好であることが示されている<sup>1)</sup>。本症例では、術後の屈折度数を近方に設定する希望であるので、正視狙いよりも許容度数範囲が広いと考えられる。目標術後度数は-1.5D~-2.0D付近であろうか。上記の2式3種類の計算結果を勘案し、IOLの等価球面度数を決定する。

4) トーリックIOLの軸合わせについて

IOLの等価球面度数と円柱度数が決定されれば手術となるが、最終の関門は軸方向の決定である。筆者は術中波面収差解析装置ORA<sup>®</sup> (アルコン社) を用いるが、国内では普及していないため、ほとんどの施設では術前に決定しておく必要があるであろう。筆者の術前の乱視軸決定は、ASCRSのHP内toolsにある、Barrett toric calculatorを用いる方法である。このcalculatorでは、角膜乱視を測定可能なすべての検査機器の結果を入力し、ベクトル計算により算術的に平均化された軸方向を図示することができる。単一の測定機器の結果よりも、より正確な乱視軸を決定可能である。実際にORA<sup>®</sup>と比較してみても、同等の乱視軸

が得られていると思われる。そして、可能であれば Verion® (アルコン社製) や Callist™ eye (カールツァイスメディテック社製) のような術中ガイダンス装置を使用し、より正確な IOL の軸固定をおこなうことが望ましい。

■文献

- 1) Magali MS, Valentijn SC, Maartje HM, et al: Accuracy of intraocular lens calculations in eyes with keratoconus. J Cat Ref Surg, 49: 229-233, 2023.

回答3

北里大学医療衛生学部視覚生理学  
神谷和孝

①まず術後に HCL 装用が可能かどうかを見極める上で、HCL 装用を使用していない背景について確認します。HCL 装用が可能であれば、ノントーリック IOL を選択するようにします。IOL 度数計算としては、Kane for keratoconus 式や Barrett True-K for keratoconus 式の使用が推奨されます。それらの使用が困難な状況であれば、Barrett Universal II 式ではなく、SRK/T 式が良いかと思いますが、たとえ最新の度数計算式を使用したとしても、軽度の症例ではあまり問題とはなりません。重度になるほど遠視化ずれを生じやすくなることは念頭に置く必要があります。いずれにせよ、通常例と比較して屈折誤差が生じやすくなることを十分説明し、HCL 装用が前提となるので目標度数をやや近視側に設定しておくが良いかと思います。もし HCL 装用不耐症であれば、トーリック IOL も選択肢の一つとなり得ますが、トーリック IOL は不正乱

視成分を解消できないので、角膜高次収差量を確認しておきます。高次収差が計測できなくても、角膜形状解析において強主経線が“への字”状に曲がっていたり、ケラトメータと角膜形状解析装置による乱視量や乱視軸が乖離したりするような症例は、あまり良い適応とはなりません。本症例においても何 mm 径か記載がなく不明ですが、角膜高次収差量がかなり大きいので、近方狙いとしても裸眼視力としては低下してしまうかと思います。HCL 装用が困難であり、軽度円錐角膜 (Amsler-Krumeich 分類 Grade 1) であり、不正乱視が少なく、進行を認めないような症例が、トーリック IOL に適していると思います<sup>1)</sup>。また、アトピー性皮膚炎がある症例は要注意となります。術後前後囊の癒着が起こりにくく、目の掻痒感から強く目を擦りやすくなることもあり、トーリック IOL の軸回旋が生じやすくなるからです。以上の理由から、本症例に対してトーリック IOL は積極的に勧めないように思います。

②角膜内リングと比較して白内障手術は予測性が高いことから、本症例ではまず角膜内リングを挿入して角膜形状や屈折が安定化した後に白内障手術を行うようにします。屈折に関する変動要素が大きい手術に先行し安定化してから、最終的に屈折矯正も意識した手術を行うことが、術後視機能や満足度を最大化する上で重要となります。

■文献

- 1) Kamiya K, Shimizu K & Miyake T: Changes in astigmatism and corneal higher-order aberrations after phacoemulsification with toric intraocular lens implantation for mild keratoconus with cataract. Jpn J Ophthalmol, 60: 302-308, 2016.

その後の経過

お忙しい中ご回答いただき、ありがとうございます。大変勉強になりました。以下に術後経過を記載させていただきます。

IOL 度数は SRK/T 式を使用し、目標屈折度数を近方狙いの -3D として計算した。Acrysof IQ TORIC (アルコン社) の挿入を予定し、CASIA2 で測定した Real 値を用いて Barrett 式トーリックカリキュレー

ターでトーリックタイプと軸を算出した。推奨レンズは右眼がSN6AT9, 左眼がSN6AT7であったが、非対称性の乱視であったため弱めのトーリックタイプを選択し、右眼に11.5DのSN6AT5, 左眼には13.0DのSN6AT4を挿入した。

また、当院では角膜内リングの使用経験がないため、角膜内リングの手術は行わずに白内障手術を行うこととした。

術後6か月の視力は、RV=0.5 (0.8×S-2.50D : C-1.00D Ax30), LV=0.1 (0.9×S 2.50D : C-1.50D Ax120)であった。現在のところ、遠用眼鏡の使用のみでハードコンタクトレンズの使用は希望されておらず、見え方にも満足されている。

---