

屈折矯正手術の未来予想図

LASIK・エキシマレーザー

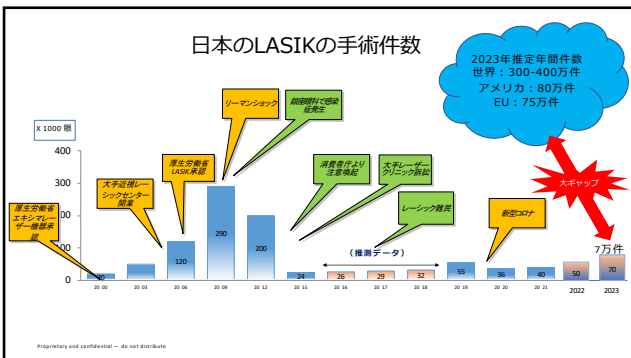
南青山アイクリニック
戸田郁子

1

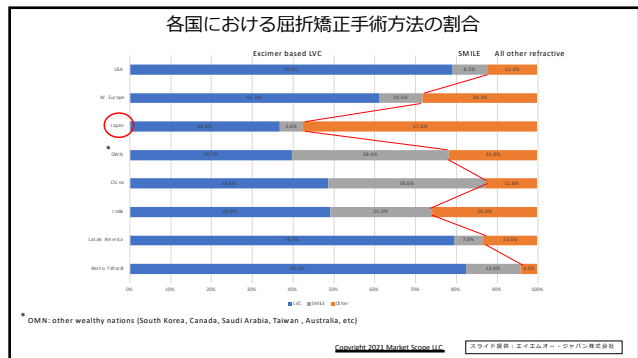
我が国の屈折矯正手術の特徴（問題点）

1. 世界の状況とのギャップ（症例数、術式）
2. 過去のネガティブ報道とミスリーディング
 - ・一般人：眼科医療でなく美容医療？、儲け主義？、危ない手術？
 - ・眼科医のマインド：知識経験不足による先入観 正常の組織にメスなんて
3. 研修教育システムが確立されていない
 - ・導入施設が少なく教育ができない
 - ・本当にいいのか悪いのかそもそも判断する知識がもてない
 - ・自費診療の難しさ

2



3

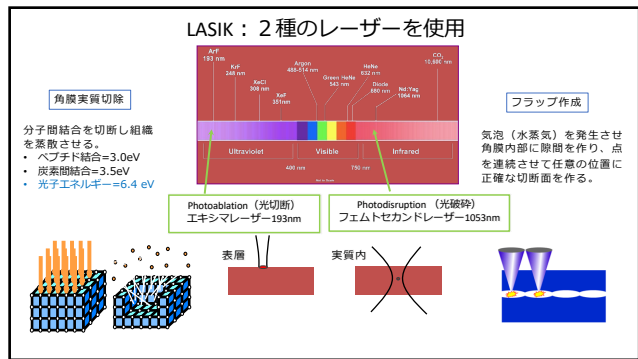


4

LASIK (LVC) の歴史

年	出来事	関わった人物、機関
1981年	「Keratomeleusis (角膜形成術)」の理論が発表される。	Dr. José I. Barraquer
1983年	エキシマレーザーによる角膜の微細切除技術が開発される。	Dr. Ivar E. Johansson
1987年	エキシマを近視矯正に応用したPRK (photorefractive keratectomy) が開発される。	Dr. Steven T. Trokel
1991年	LASIK (Laser in situ keratomileusis) が開発確立される。	Dr. Lucio Buratto, José I. Barraquer
1995年	アメリカFDAがエキシマレーザーによるLASIKを承認。	FDA
1996年	日本でエキシマレーザーを使用したPRKが承認される。	厚生労働省
2000年	フェムト秒レーザーが開発され、フラップ作成精度が向上。	Dr. Ioannis Pallikaris
2001年	日本でLASIKが承認される。	厚生労働省
2003年	Wavefront-guided LASIKが開発され、カスタム照射が可能に。	各社メーカー
2005年	日本でWavefront-guided LASIK用の機器が承認される。	厚生労働省
2007年	SMILE(Small incision lenticule extraction)技術の開発	Dr. Walter Sekundo, Rolf Schwind, Carl Zeiss Meditec
2011年	日本でPRKが保険適応となる。	厚生労働省
2012年	AI搭載システムSmart LASIK技術が開発。	各社メーカー
2013年	日本でフェムト秒レーザーによるフラップ作成が承認される。	厚生労働省
2020年	日本でSmart LASIK技術 (Wavefront + AI) を活用した機器が承認。	厚生労働省、Alcon、Zi, Carl Zeiss
2023年	日本でSMILEが承認される。	厚生労働省


5



6

Modern LASIK

近年のLASIKの効果と安全性を証明
近代LASIKの確立



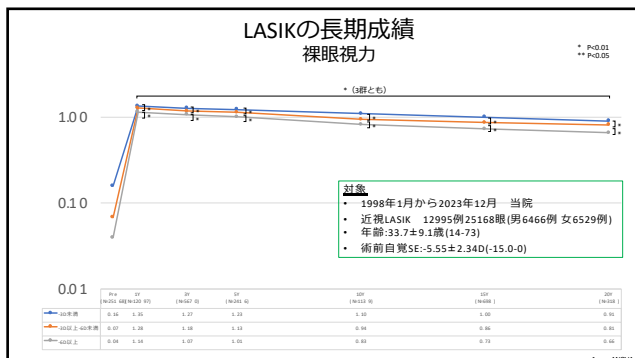
Kerry D. Solomon

Modern laser in situ keratomileusis outcomes. Sandoval HP, Donnenfeld ED, Kohnen T, Lindstrom RL, Potvin R, Tremblay DM, Solomon KD. J Cataract Refract Surg. 2016 Aug;42(8):1224-34.

2008~2015年に発刊されたLASIK成績論文中、評価基準に従って、質が高いとされた97論文 (67,893眼)

- 裸眼視力 20/40以上 : 99.5%
- 目標±1.0D以内 : 98.6% ±0.5D以内 : 90.9%
- 2ライン以上の矯正視力低下 : 0.61%
- アンケートで不満と答えた人 : 1.2%
- 過去のFDA承認時 (1995年) のデータに比較して格段に改善

7



8

LASIKに対する満足度を上げるには?

1. 期待通りの結果 (見え方) を出す

期待度 = 結果

矯正誤差や経年変化はありうる

合併症の可能性

再手術の可能性

老眼は必ず起こるし遠近両用はできない

微妙な見え方の質の変化はありうる

9

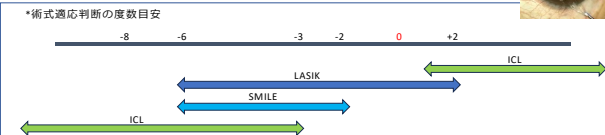
LASIKに対する満足度を上げるには?

2. 適応を厳しくする

最適患者のみ手術する!

- 軽度~中等度近視、軽度遠視
- ドライアイがないか軽度 (目安: CLでは症状あるも、はずせば症状はない等)
- 角膜厚に十分余裕がある
- 角膜形状異常がない
- 白内障術後などのタッチアップ (軽微な矯正)
- 神経質、自分勝手、思い込みの強い患者でない (質問多数、リスクが受け入れられ)

※術式適応判断の度数目安



※念点がある場合は他の方法へ!

10

LASIKに対する満足度を上げるには?

3. 長期合併症を回避する

合併症	報告	自験例
エクタジヤ	0.04-0.6%	0.044%
慢性ドライアイ	0.8%	
神経原性疼痛	0.11%	0%

術前予防がマスト!

11

Take-home message

- 屈折矯正手術の未来予想図 -

- LASIKを中心とするLaser vision correction (LVC)は、精度、安全性、安定性が高い確立された手術で、グローバルには現在でも屈折矯正手術の主流であり、その状況は今後も継続すると思われる。
- 1つの術式のみですべての屈折異常を治せるということはありません。各術式の特徴を理解した上で、患者の状態に最適な術式を選択をすることが患者満足度を上げるために最も重要である。

12

JSOS2025 インストラクションコース

屈折矯正手術の未来予想図 I

SMILE

名古屋アイクリニック
中村友昭



利益相反公表基準に該当なし

1

角膜屈折矯正手術の歴史

- 1936: 角膜前後面切開
- 1964: Keratomileusis (Jc)
- 1970: Radial Keratotomy
- 1987: PRK (Stephen Tro)
- 1989: LASIK (Loannis P.)
- 2007: SMILE

角膜切開手術

エキシマレーザー手術

フェムトセカンドレーザー手術

Figure B-3.
The corneal di...

2


レーザー屈折矯正手術の進化

PRK



LASIK

- Standard LASIK
- Femto-LASIK



SMILE

- Femtosecond Lenticule Extraction (FLEx)
- Small Incision Lenticule Extraction (SMILE)



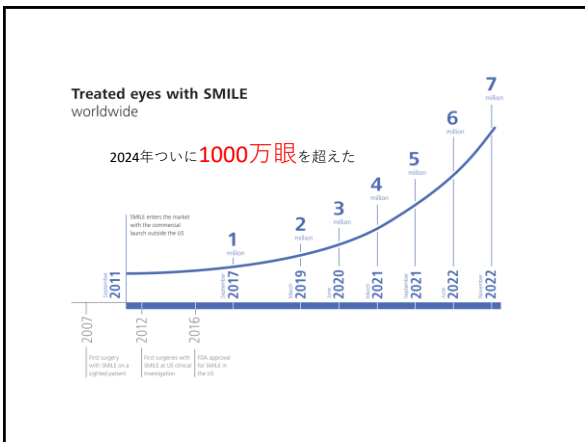
3

CZM VisuMax^R年表

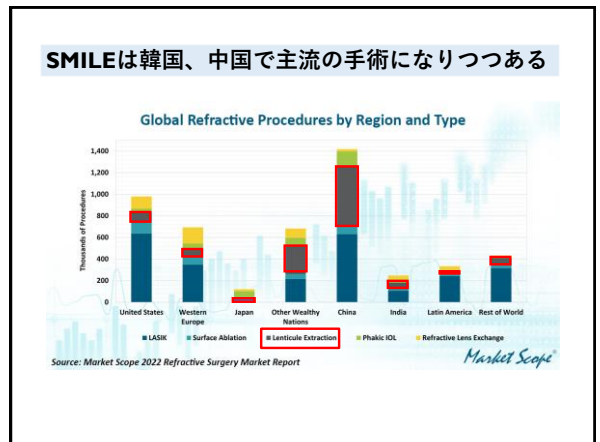


- 2006 CZM社がVisuMax 開発
- 2007 SMILEが初めて施行される
- 2011 ReLEx SMILEがリリース
- 2016 FDA承認
- 2023 日本でも承認

4



5



6

SMILEとは？

(Small incision femtosecond lenticule extraction)

最小2mmの切開のみ

小さな傷口から
抜き取る

7

2mmしか切らない手術 SMILE

通常のレーシックの10%しか切開しない

LASIK

SMILE

Only 2mm!

- フラップずれが起きない
- 傷口が小さいので、強度が高くなる
- 術後ドライアイになりにくい

8

Flapless

知覚神経のダメージが少なく、強度も保たれる

Dry Eye: SMILE vs LASIK

Meta-analysis (3論文)

Study	SMILE	LASIK	Outcome
Wang 2016	0.12	0.25	S-L
Lee 2017	0.15	0.30	S-L
Kim 2018	0.10	0.20	S-L
Overall	0.12	0.25	S-L

Biomechanics meta-analysis

Guo HS. BMC Ophthalmol. 2019

SMILEはLASIK・PLASEKより角膜の強度が強い。PRK・LASEKとは同等

9

名古屋アイクリニック 10年の長期成績

	裸眼視力	矯正視力
術前	0.08(1.11)	1.8(-0.25)
術後10年	1.21(-0.09)	1.65(-0.22)

小数視力(logMAR)

術後10年において、**88%**が裸眼視力1.0以上であった。

術前矯正視力と術後10年の裸眼視力

澤木ら・臨眼2023

10

New! VisuMax 800

Faster. Robotic. Connected.

- レーザー速度：2 MHz (従来の4倍)
- レーザー時間：約10秒
- コンパクト
- オンラインでの情報のやり取り

Tracking distances
positioning made easy.

Centralign system
for easy centration with little effort.

Ocualign system
for easy cyclotorsion alignment.

11

レーザー屈折矯正手術の未来予想図

- SMILEは長期安全性、安定性とも高い
- 中等度の近視であれば、近視への戻りも少ない
- 次世代のFSレーザーは高速になり、矯正精度とともに、安全性がさらに高まった
- 多くのメーカーも取り組み、今後は**SMILEがレーザー屈折矯正手術の主流**になっていくものと思われる

12

屈折矯正手術の未来予想図 ～有水晶体眼内レンズ～

利益相反公表基準：該当なし

医療法人コスモス会 フジモト眼科
藤本 可芳子

GMC

屈折矯正手術 とは？

- 屈折異常を治す手術
- 角膜放射状切開**RK**
- エキシマレーザーを用いた
PRK、LASEK、LASIK、SMILE
- 有水晶体眼内レンズ **ICL、IPCL**
- クリアレンゼクトミー＋多焦点IOL
- アドオンレンズ

2025.1 手術学会 フジモト眼科

GMC

- 1990年ごろ、まだ日本では**RK**手術が眼科医以外の医師によって行われていた。
- RKよりも合併症が少なく、安定性の良い**ミニRK**が注目されたが、-4Dまでしか矯正できなかった。
- エキシマレーザーで角膜を削る**PRK**や**レーシック**が世界的に広がり始め、**2000年**に厚生省が認可した。

2025.1 手術学会 フジモト眼科

GMC

- 強度近視の矯正は、レーシックでは不十分であった。
- 角膜が薄い人や円錐角膜、円錐角膜の疑いの人も**レーシック不適合**だったが、**ICL**では治療可能な場合がある
- **ICL**は、白内障術者であれば、始めやすく新しい**設備投資が不要**である。

2025.1 手術学会 フジモト眼科

GMC

- 1990年 ICL(スターサージカル) が海外で開始
- 2010年 ICLは**厚生労働省が認可**
- 2013年 IPCL (EyeOL)がCEマーク取得
- 2014年 ホール付きICLが認可
IPCLホール付き、老視矯正レンズ
がCEマーク取得 (現在国内で治験中)
- 2020年 ICL(EDOF)CEマーク取得



2025.1 手術学会 フジモト眼科

GMC

ICL
IPCL

Implantable Collamer Lens
Implant Contact Lens

Implantable Phakic Contact Lens

2025.1 手術学会 フジモト眼科

自験例

GMC

ICL適応

- 厚労省推奨年齢：**21歳～45歳**
- 前房深度：**2.8 mm以上**
- 度数：近視S-1.0 ～ **-18.0D**
 - * 適応は-6.0D以上、-15D以上は慎重適応
- 遠視 **+6D** *遠視レンズは国内未承認
- 乱視 C+1.0～**+4.5D***適用はC+1.0 ～ +4.0D
- 矯正視力が良好なこと
- ぶどう膜炎・緑内障などほかの眼疾患がない

2025.1 手術学会 フジモト眼科 **GMC**

IPCL適応

- 現在、国内未認可
- 適応年齢：**20歳～52歳**くらい
- 前房深度：**2.8 mm以上**
- 度数：S+10 ～ **-30.0D**
 - 乱視 C+0.5～+10.0D
- 矯正視力が良好なこと
- ぶどう膜炎・緑内障などほかの眼疾患がない

2025.1 手術学会 フジモト眼科 **GMC**

2014年認可
現在のICL



初期のICL

EVO+ Vision ICL STAARSURGICAL

2025.1 手術学会 フジモト眼科 **GMC**

トーリック

45歳以上は？
老視をどうするか？

- ICL で低矯正にする
- ICLでモノビジョンにする
- ICL (Edof) で矯正する
- IPCLマルチ (3焦点) を入れる

2025.1 手術学会 フジモト眼科 **GMC**

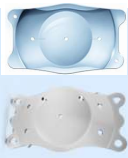
術後成績

- 各症例の術後成績について述べる

2025.1 手術学会 フジモト眼科 **GMC**

有水晶体眼内レンズの合併症

1. レンズや器具による水晶体への接触
2. レンズが内皮に当たると内皮が剥がれる
3. 洗浄時の水流による水晶体上皮混濁
4. レンズ抜去時の水晶体上皮への接触
5. 術後高眼圧 (⇒粘弾性物質を除去する)
6. ハイパウルドによる緑内障アタック (⇒サイズ交換)
7. トーリック軸のずれ (⇒術後確認して整復)
8. レンズの反転 (⇒一度摘出して、再度挿入する)



2025.1 手術学会 フジモト眼科 **GMC**

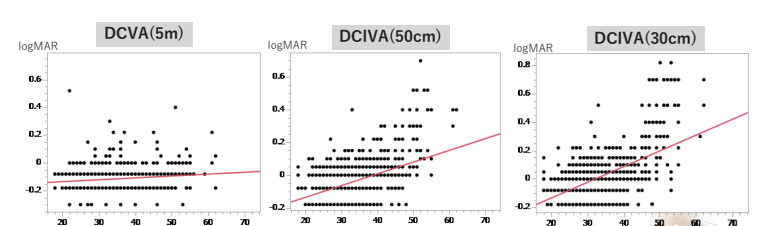


ASUCA EYE CLINIC
SENDAI MARK ONE

屈折矯正手術の未来予想図 I
~RLE~

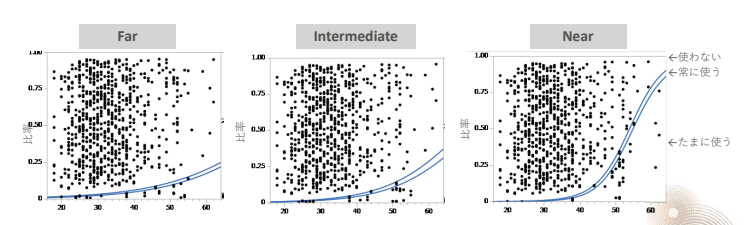
SANTARO NOGUCHI
Tsukazaki Hospital
ASUCA eye clinic
SENDAI MARK ONE

術前視力(clear lens with Phakic IOL)



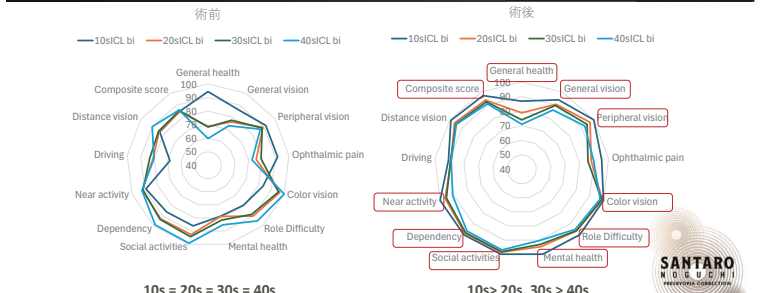
遠は年齢に相関なし
中、近は40歳以降で不良が出現(年齢相関あり)

ICL術後眼鏡装用率



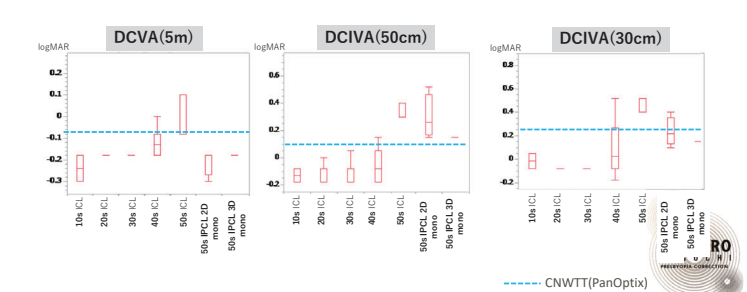
統計学的に有意に年齢とICL術後の眼鏡装用率は上昇する
Chi-square test $p < 0.05$

VFQ25 score (ICL術前後)



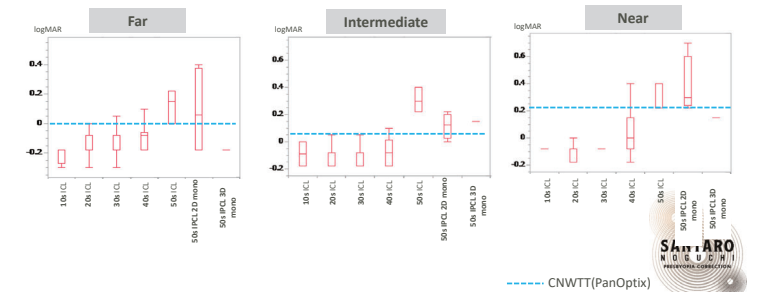
10s = 20s = 30s = 40s
10s > 20s, 30s > 40s
Turkey Kramer $p < 0.05$

術後矯正視力(clear lens with Phakic IOL)



RO (Rising Optics)
CNWTT(PanOptix)

術後裸眼視力(clear lens with Phakic IOL)



RO (Rising Optics)
CNWTT(PanOptix)

人工水晶体嚢 (FOF)

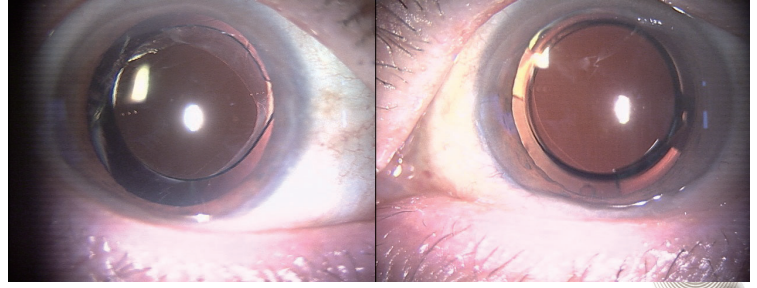


人工水晶体嚢:

- 期待される効果
 - 後発白内障の発生予防効果
 - IOLの交換の可能性
 - 長期IOL偏心、傾斜の予防効果
 - DDS, IOP deviceのインプラント
- 適応
 - チン小帯脆弱以外
 - 6mm光学部IOL
- デメリット
 - 未承認



Photo 3M (SN vs FOF)

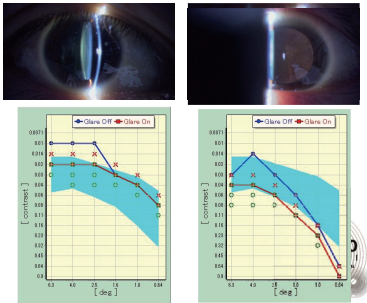


51歳 男性 外科医



(S) 眼鏡屋でLV低下。スポーツの時だけCL使用
 (O) RT(NCT)=14[14,14,13]mmHg / LT(NCT)=15[16,15,14]mmHg
 RV = 0.03 (1.2 × S -5.5 D = C -2.25 D Ax175°)
 LV = 0.05 (0.6P × S -3.5 D = C -2.25 D Ax170°)
 MRV(50cm) = 0.07 (0.5 × S -5.5 D = C -2.25 D Ax175°)
 MLV(50cm) = 0.1 (0.6 × S -3.5 D = C -2.25 D Ax170°)
 NRW(30cm) = 0.15 (0.6 × S -5.5 D = C -2.25 D Ax175°)
 NLV(30cm) = 0.1 (0.4 × S -3.5 D = C -2.25 D Ax170°)
 眼軸長[R : 25.2mm L : 25.1mm]

R IPCL +3D
 L PEA+ IOL + Endcapsular ring (CNWTT)

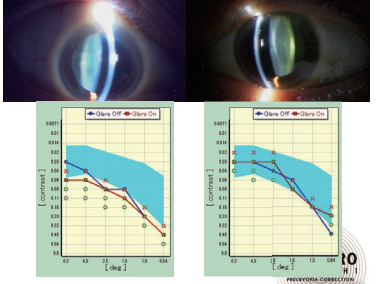


56歳 男性

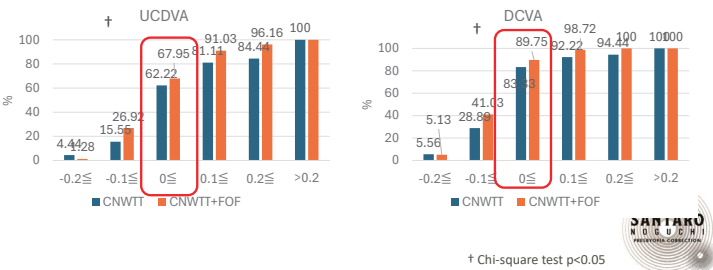


S)強度近視、R白内障 IPCLマルチの強い希望
 RT(NCT)=19[19,18,19]mmHg / LT(NCT)=19[20,18,19]mmHg
 RV = 0.02 (1.0P × S -11.5 D = C -1 D Ax180°)
 LV = 0.02 (1.2 × S -11.25 D = C -1.25 D Ax180°)
 MRV(50cm) = 測不 (0.7)
 MLV(50cm) = 測不 (0.8)
 NRW(30cm) = 0.04 (0.5)
 NLV(30cm) = 0.03 (0.5)
 眼軸長[R : 29.8mm L : 29.7mm]
 角膜内皮細胞数[R(2763個/mm²)L(2801個/mm²)]

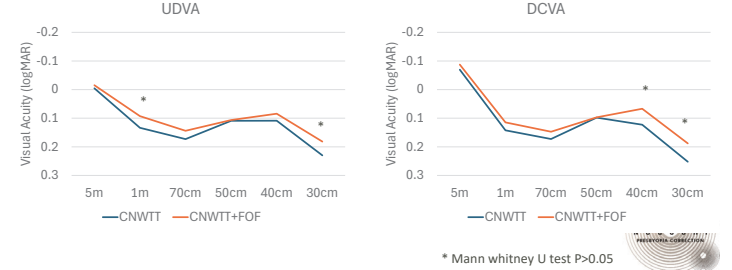
R PEA+ IOL + Endcapsular ring (CNWTT)
 L IPCL +3D



Cumulative VA



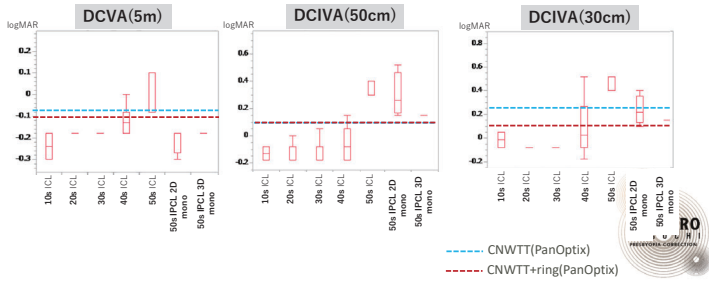
Defocus VA



矯正視力



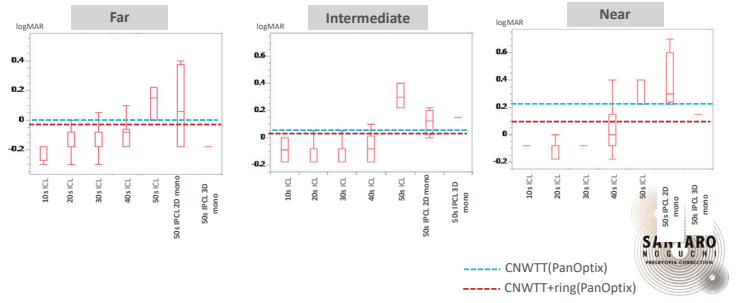
ASUCA EYE CLINIC
SENDAI MARK ONE



裸眼視力



ASUCA EYE CLINIC
SENDAI MARK ONE



Thank you



ASUCA EYE CLINIC
SENDAI MARK ONE

Special thanks

