

日本眼科記者懇談会  
眼科の再生医療最前線



## 緑内障における再生医療の現状

東北大学 眼科学教室 教授  
中澤 徹

開催日時: 2026年2月2日(月)(WEB開催) 18:30~20:30

0

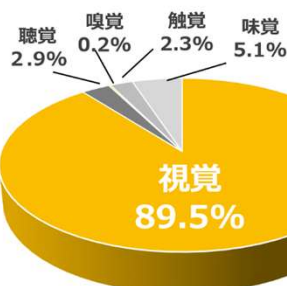
### 生活の質を保つには5感が大切



もし、生涯ひとつだけ残すとしたら  
どの知覚を残しますか？

- ① 鼻
- ② 耳
- ③ 目
- ④ 味
- ⑤ 触覚

■ ひとつだけ残すとしたらどの感覚を残しますか？  
(民間企業・大学等に属する全年齢層の男女：996名、2022/6)



めからが  
80%

視覚は皆さんが生涯残したいと思う知覚！

1



## 印象派画家クロード・モネ (1840-1926年)



日本の橋

《1899 (59歳)》



《1922年(82歳) 視力0.2》



《1918-24年》




モネは白内障のため、赤みを帯びた絵画になった。

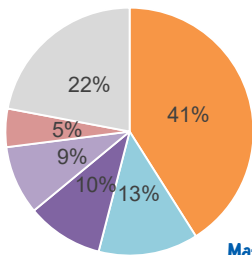
視力の低下は仕事にも直結

2

## 失明原因第一位は緑内障

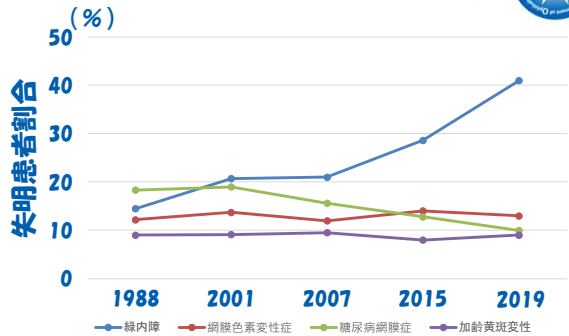


＜2019年度＞

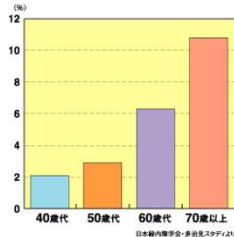


原因疾患	割合
緑内障	41%
網膜色素変性症	13%
糖尿病性網膜症	10%
加齢黄斑変性	9%
網脈絡膜萎縮	5%
その他	22%

失明患者割合 (%)



Matoba R et al, Jpn J Ophthalmol, 2023.



40歳以上で5%、70歳以上で11%と加齢により増加し、頻度の高い目の病気

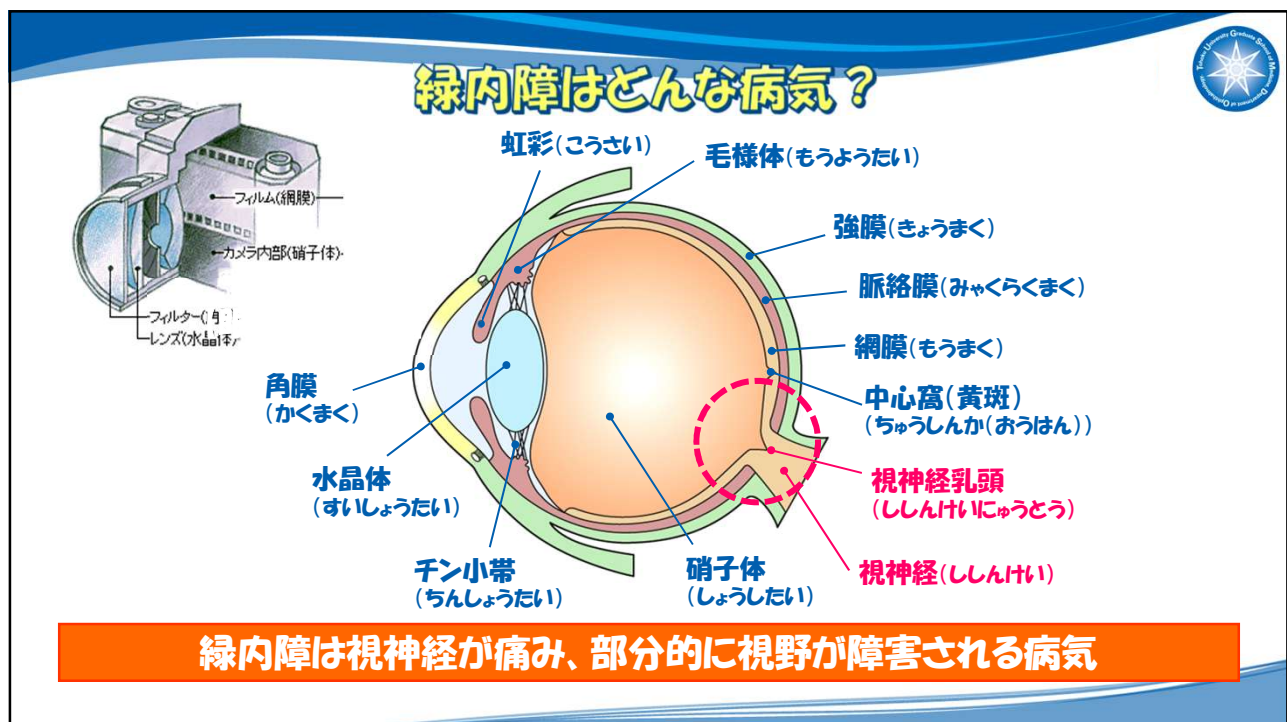
このうち9割が未発見の潜在患者であり、40代でも約34万人が診断されず緑内障を発症していると推定される！また、一度進行すると元に戻らないことが失明につながる可能性がある。

緑内障は現在も失明患者が増加しているコワイ病気。  
11%と頻度が高く、決して人ごとではありません。

3

# 緑内障はどんな病気？

4



5

## 緑内障は視神経乳頭陥凹により引き起こされる

**正常**

**緑内障**

軸索流の低下  
血流低下  
ATP産生低下  
グルタミン酸障害

Exp Eye Res, 2011:133-40.

**緑内障は、視神経乳頭陥凹による篩状板変形により、網膜神経節細胞の軸索が絞扼され細胞死が起きることが原因。死んだ細胞は生き返らない！**

6

## 緑内障の症状: 視野障害

Glaucoma vision (Santen)

**緑内障は視神経が断線した領域の視野に霧のような症状が現れ、徐々に広がり、生活の質が低下する病気**

7



## 緑内障の原因

● **主な原因：眼圧の上昇**

他にも原因として

- 加齢
- 近視
- 血流が悪い(高血圧・冷え性)
- 酸化ストレス
- 家族歴
- 睡眠時無呼吸症候群

などが挙げられる

参考：ロート製薬HP

8

## 開放隅角緑内障の治療は点眼による眼圧下降治療

**ガイドラインで定められた、一般的な目標は次のとおりです。**

目標眼圧*
初期例 19mmHg 以下
中期例 16mmHg 以下
後期例 14mmHg 以下

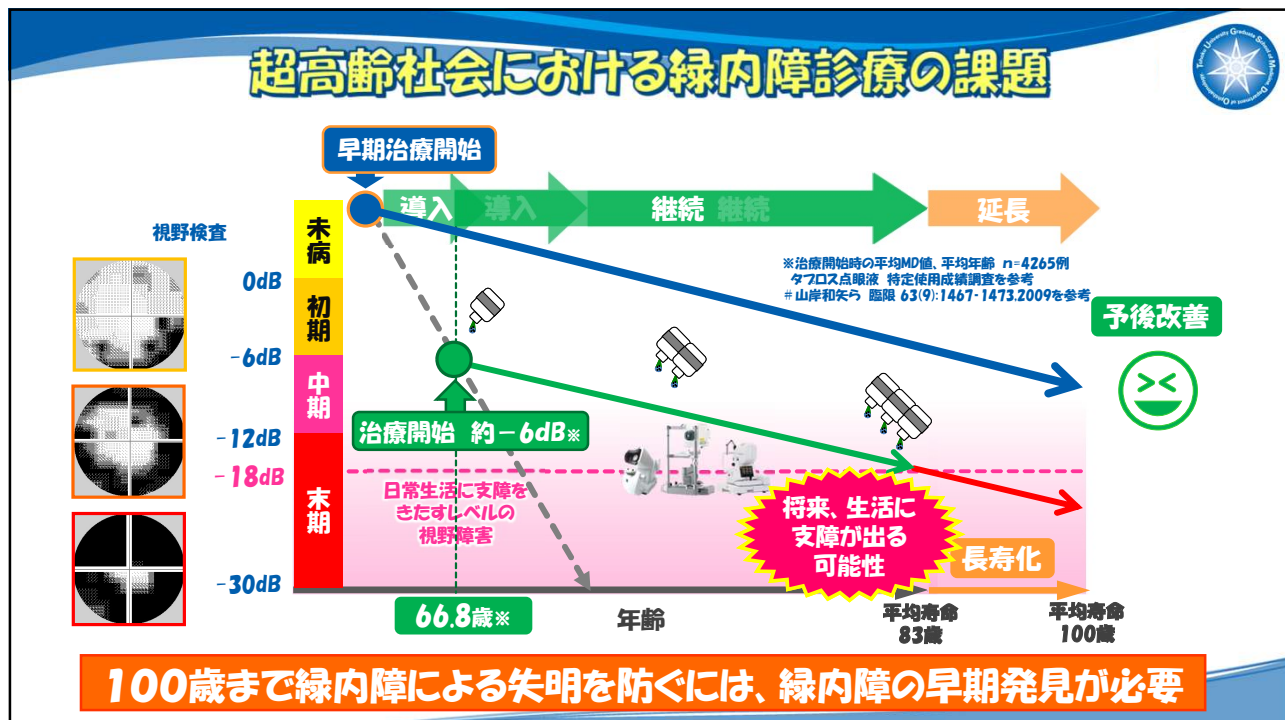
\*眼圧が高いタイプの緑内障

目標眼圧下降率
無治療時眼圧から
・20%の眼圧下降
・30%の眼圧下降

緑内障診療ガイドライン第5版(2022年)  
日本緑内障学会より作成

**薬理作用の異なる点眼薬を併用し、目標眼圧まで眼圧を下降**

9



10

## 【小括1】 緑内障はどんな病気？

- 1** 緑内障は失明原因の第一位の眼疾患で、失明患者が唯一増加してる眼疾患である。
- 2** 緑内障で失われた視野は元に戻らないため、早期発見と神経再生医療が共に望まれている。

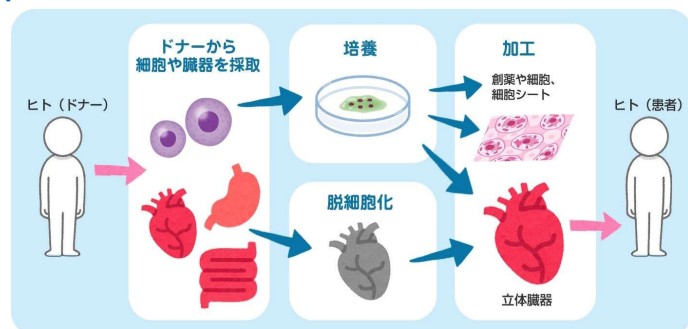
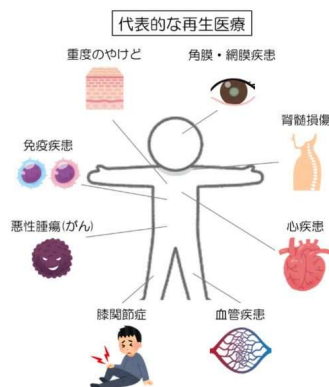
11

# 緑内障の再生医療の現状

12

## 再生医療とは？

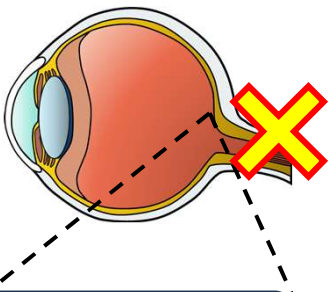
- ケガや病気で損なわれたからだの機能を元通りに戻すために、人間の体が持っている「再生する力」を利用し、細胞や組織、臓器の再生を行うこと（移植を含む）
- iPS細胞（人工多能性幹細胞）



参考：NPO法人血管医学研究推進機構HP、サラヤ株式会社HP

13

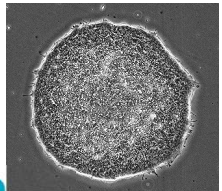
## iPS細胞由来 網膜神経節細胞の移植



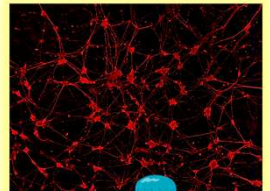
**網膜神経節細胞**

一度細胞が失われると、自己修復されない。

患者さん由来iPS細胞



分化

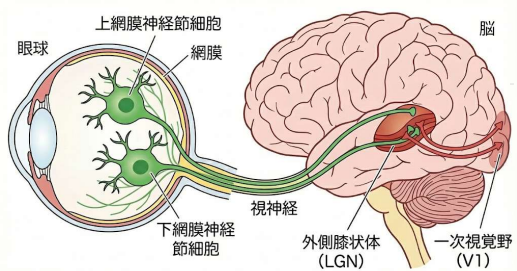


移植

**緑内障の再生医療とは、失われた網膜神経節細胞を再生するためiPS細胞を用いた再生医療研究が活発に行われている。**

14

## iPS細胞の緑内障再生医療へのステップ



**緑内障の再生医療には、iPS細胞から網膜神経節細胞を作り、眼内に移植し、生着した細胞が軸索を脳に向かって伸ばすステップが必要**

必要な技術	現在の段階
網膜神経節細胞をつくる	人の細胞が精製できる (東北大等)
移植した細胞が網膜に生着する	動物で生着した報告あり
生着した細胞の軸索が伸長する	動物で伸長に寄与する遺伝子の報告あり
伸長した軸索が正しく脳に接続される	動物で伸長方向を制御する報告あり

15



## iPS細胞から網膜神経節細胞を作る

**プレスリリース** :理化学研究所/東北大学・2018年3月27日  
高純度なヒトiPS細胞由来網膜神経節細胞の作製 ～緑内障の根本原因の解明を目指す～

参考文献: Culture Systems of Dissociated Mouse and Human Pluripotent Stem Cell-Derived Retinal Ganglion Cells Purified by Two-Step Immunopanning.  
著者名: Kobayashi W, Onishi A, Tu HY, Takihara Y, Matsumura M, Tsujimoto K, Inatani M, Nakazawa T, Takahashi M 掲載誌: *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2018;776-787.

### iPS細胞から網膜神経節細胞を作る

**方法1) 立体網膜構造**  
Kobayashi W, et al. (2018). IOVS: 776.

**方法2) 遺伝子導入**  
Sluch, V.M., et al. (2015). Sci Rep: 16595.

**方法3) SEAM法**  
0 w, 4 w, 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>  
Hayashi, R., et al. (2017). Nat. Protoc., 683.

### 高純度なiPS細胞由来網膜神経節細胞を集める

Retinal Cells  
Y-Anti-RGC Antibody  
Purified RGCs

**ヒトiPS細胞**  
(注) 生物由来原料を使用しない

東北大学眼科HPより

**iPS細胞から網膜神経節細胞を作り、回収する方法は確立している**

16

## 再生機能の再獲得による軸索伸長

**プレスリリース** : 東京都医学総合研究所/東北大学・2025年7月26日  
視神経の再生に新たな可能性 ～DOCK3とHAUS7の連携が軸索再生を促進～

参考文献: Role of HAUS7 as a DOCK3 binding partner in facilitating axon regeneration  
掲載誌: Kiyota N, *Sci Adv*, Sci Adv. 2025 Jul 25;11(30):eadq7105.

**DOCK3の結合分子としてHAUS7が軸索再生に不可欠であり、視神経の再生にも重要な役割を果たしていることが明らかに**

a 視神経傷害後の再生時  
b Haus7欠損または緑内障

軸索伸長

軸索再生

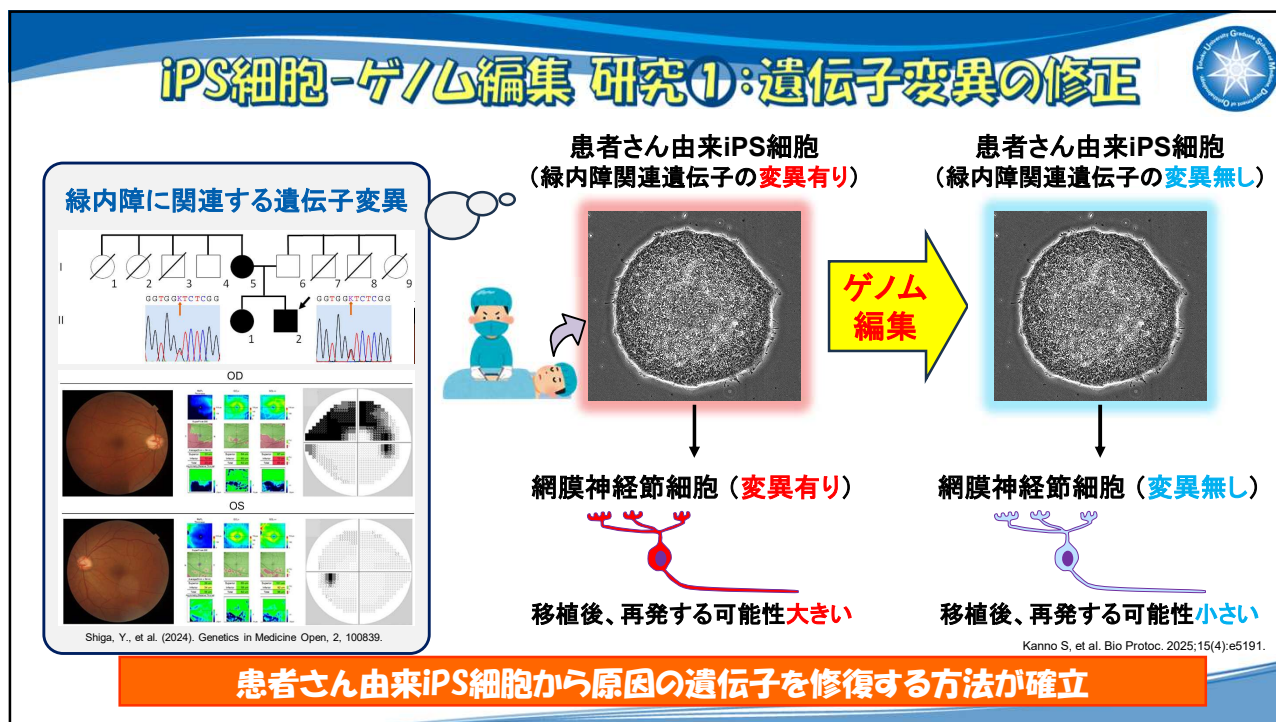
軸索障害

軸索再生の障害

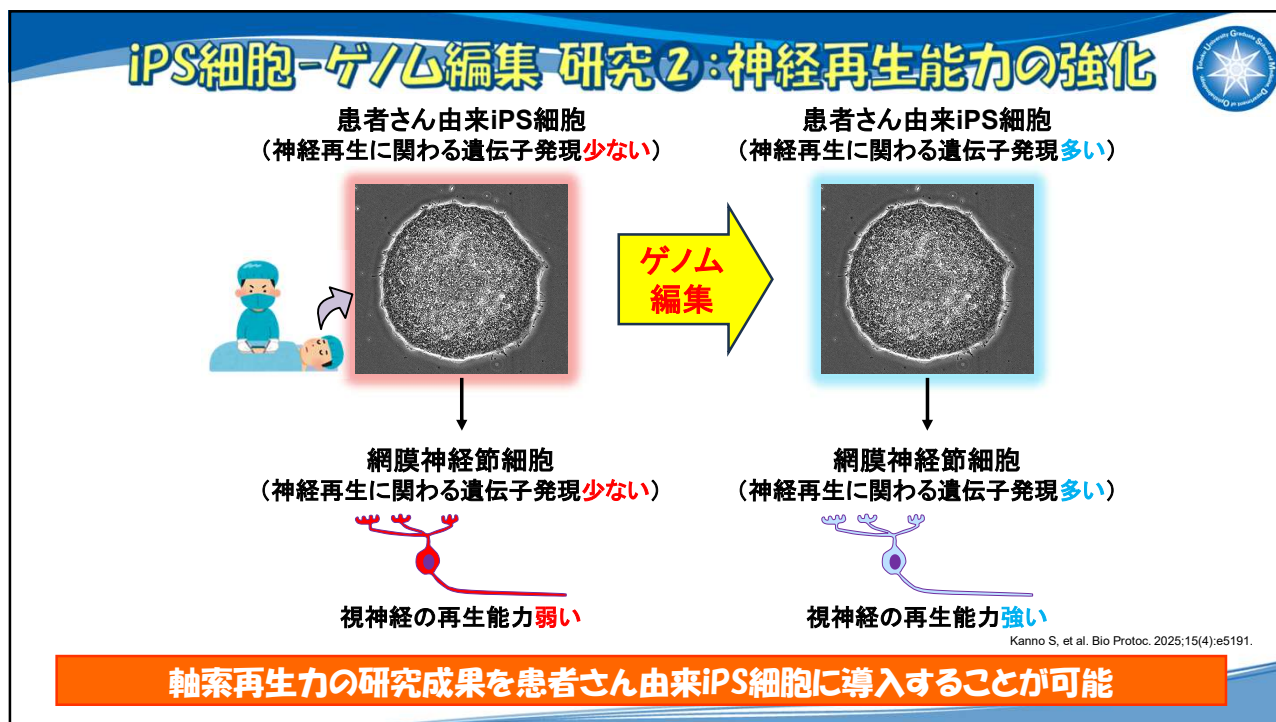
**軸索再生のカギとなるメカニズムの解明により、軸索伸長の強度をコントロール可能**

17

17



18



19

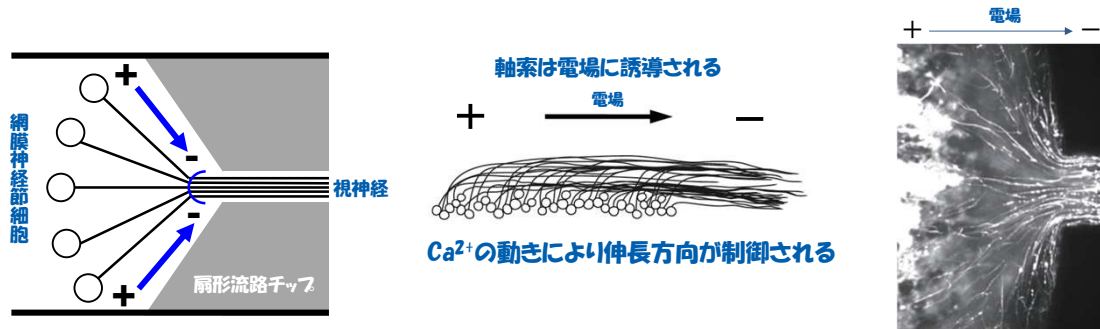
## 電気刺激による視神経再生方向のコントロール

プレスリリース

：国際医療福祉大学/2023年7月3日

視神経形成の謎を解明—電場が神経を導く—視神経再生医療へ突破口—

参考文献：Integrin-mediated electric axon guidance underlying optic nerve formation in the embryonic chick retina  
 タイトル和文：鶏胚網膜においてインテグリンを介する電氣的軸索誘導により視神経が形成される 著者名：Masayuki Yamashita (山下勝幸)  
 掲載誌：Communications Biology, Commun Biol 6, 680 (2023). URL: <https://www.nature.com/articles/s42003-023-05056-x>



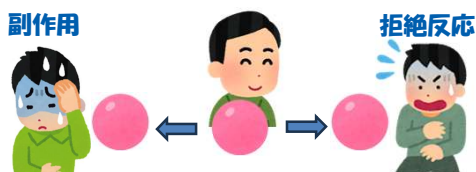
通常培養では軸索は無差別な方向に伸長するが、  
電場を発生させることで、軸索の伸長方向をコントロール可能

20

20

## 再生医療の課題

安全性の確認  
(副作用や拒絶反応)



実用化には時間がかかる



研究資金の確保



長期的な効果の検証



- 高コスト
- 手術を伴うことが多い
- 症例数を集めにくく、有効性を示しにくい
- 安定した品質で作るのが難しい

再生医療にはまだまだ乗り越えないといけない課題がある

21



## 【小括2】 緑内障の再生医療の現状

- 1** 緑内障の再生医療には、iPS細胞から網膜神経節細胞を作る、眼内に移植して軸索を伸ばすなどのステップが必要。
- 2** 緑内障の再生医療は、まだ研究段階だが、着実に進捗している。



22

私たちは目の疾患に対する、新しい診断法と  
治療の開発を行っております。



緑内障啓発キャンペーン  
ライトアップ in グリーン運動  
3月7日、仙台放送テレビ塔がグリーンにライトアップします

御清聴ありがとうございました。



23

23