



2025年度てんかん診療コーディネーター研修会 2025/12/21

難治てんかんに対する緩和外科治療 —最新技術と展望—

横浜市立大学医学部 脳神経外科学

池谷直樹

本講演に関して開示すべきCOIはありません

本講演において紹介する症例は臨床症例の一部を紹介するもので、全ての症例が同様な結果を示すわけではありません

自己紹介

2013-2014年	神奈川県立がんセンター	脳神経外科専門医
2014-2018年	国立精神・神経医療研究センター	てんかん外科
2018-2022年	横浜市立大学附属病院	YCUてんかんセンター
2022-2024年	ピッツバーグ大学	臨床、ニューロサイエンス
2024-現在	横浜市立大学附属病院	てんかん、脳腫瘍 ニューロサイエンス

内容



- てんかんオーバービュー
- 難治てんかんに対する外科治療－緩和外科治療の実際－
- 展望

てんかん

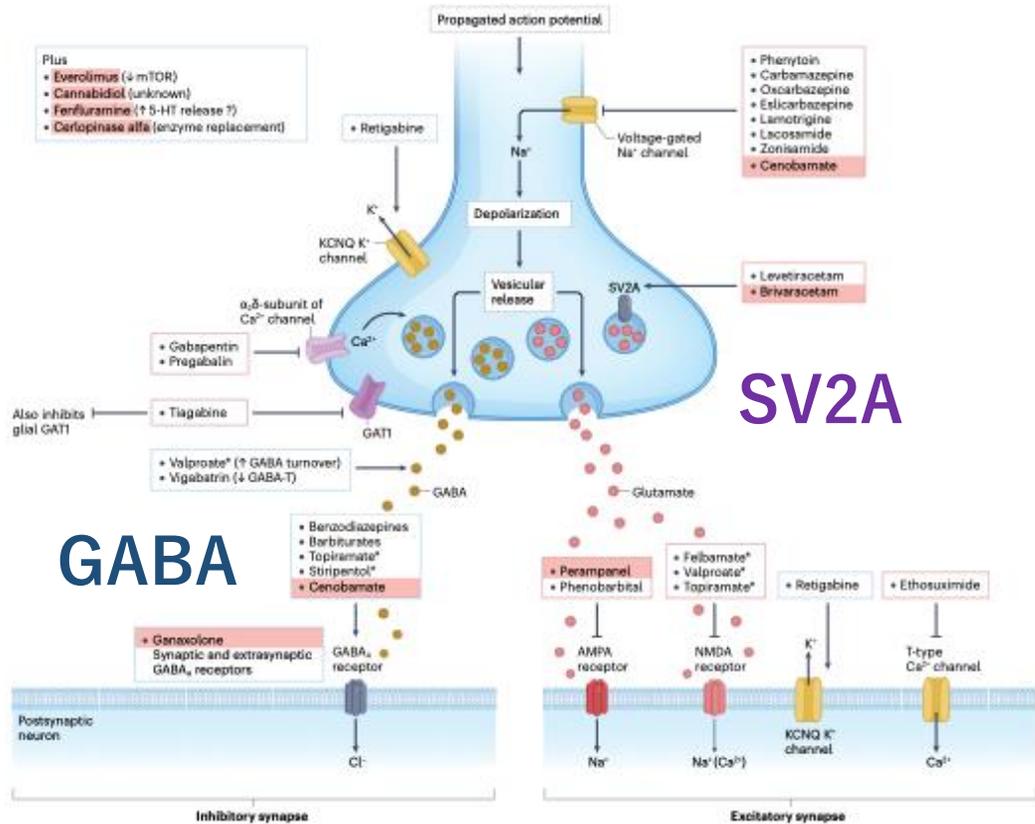
- 患者数－100万人（有病率 0.7 %）
- 健康指標(DALY)への影響－全神経疾患中 7 位 GBD 2021 Lancet Neurol. 2024
- 発作コントロール不良－3 倍の死亡リスク（vs 一般人口）
- 適切な治療－7割は発作消失

厚生労働省ウェブサイト https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000070789_00008.html
WHO website/ <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy>

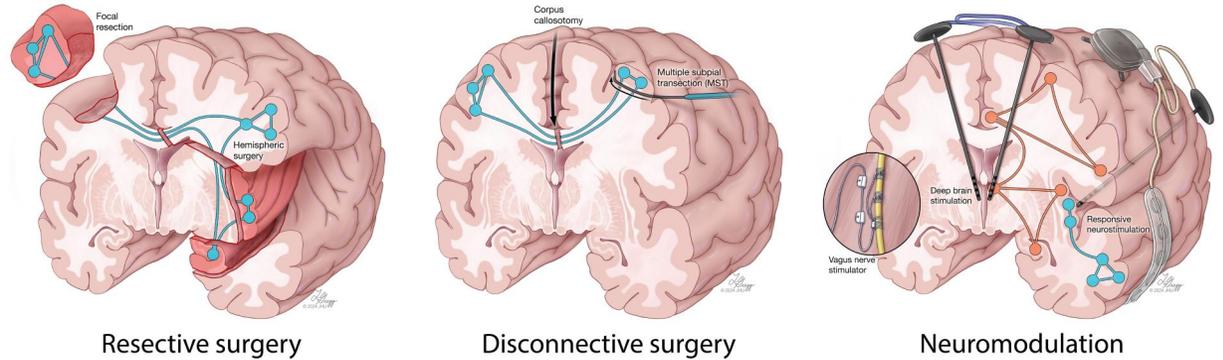
てんかんの治療

薬物治療

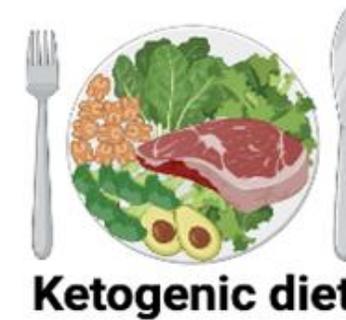
Na⁺ channel



外科治療



特殊治療



ACTH療法
免疫療法

AMPA

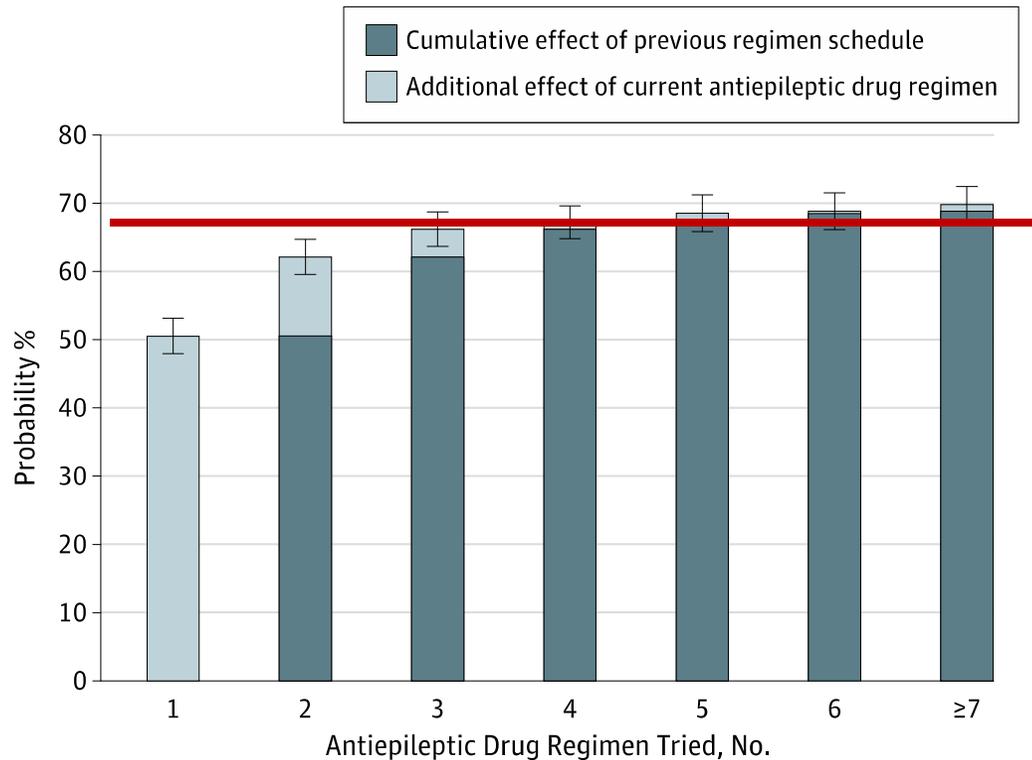
Oxcarbazepineは本邦販売中止
Eslicarbazepine、Tiagabine、Retigabine、
Cenobamateは本邦未発売
Pregabalinは本邦適応外

Klein et al. / Nat Rev Drug Discov 2024, Niazi et al. / Front Neurol 2024, Dynka et al. / Nutrients 2025

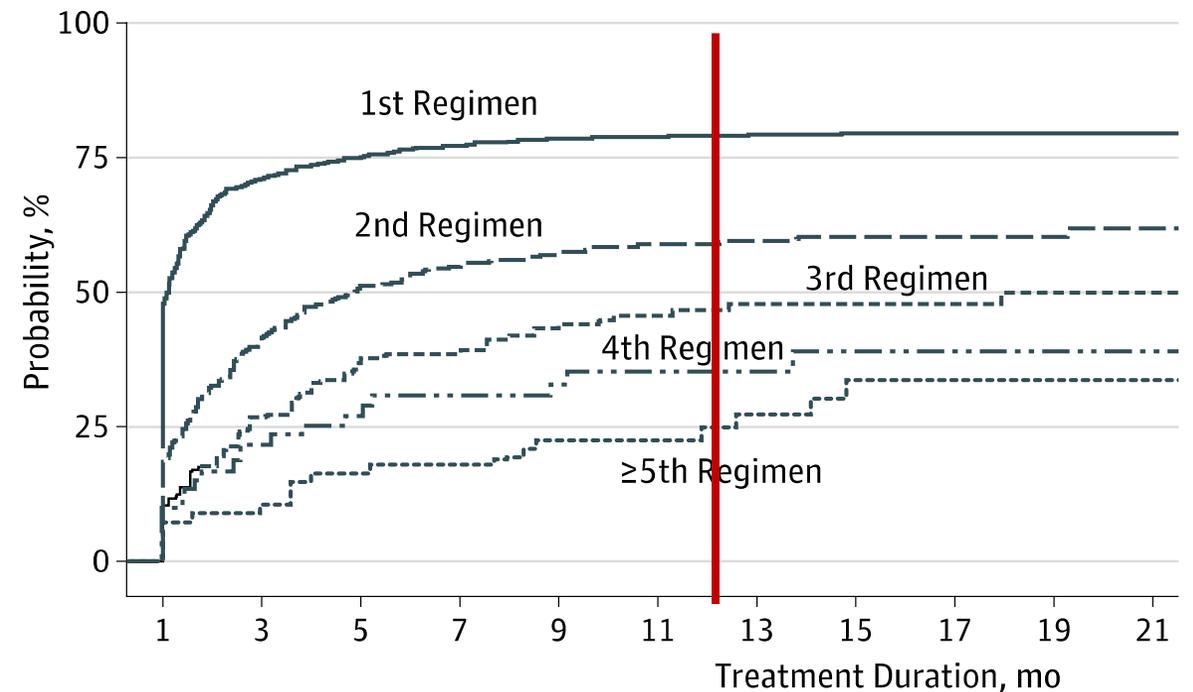
てんかんの標準治療

薬物治療→2剤1年で外科治療

なぜ2剤か？



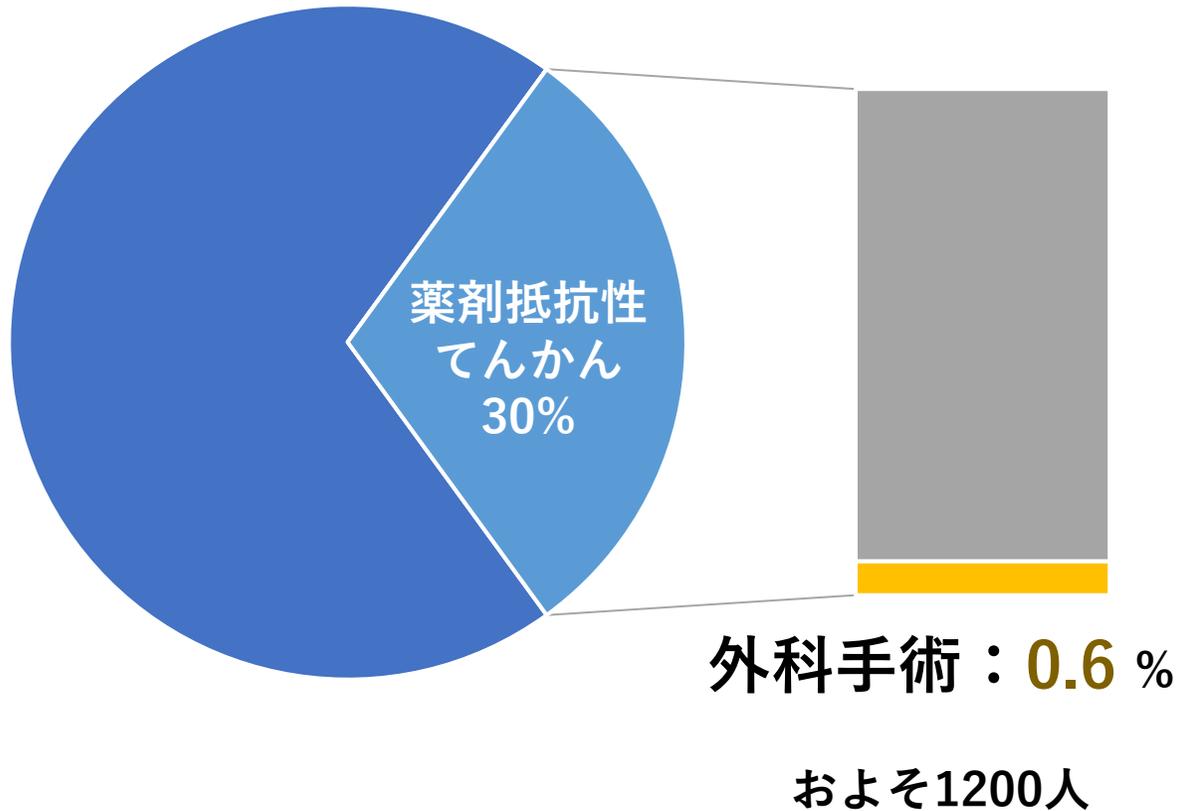
なぜ1年か？



てんかん外科活用状況

2019年

日本

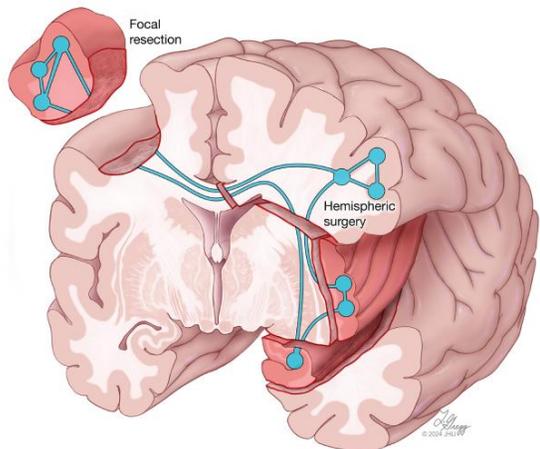


- 米国の半分の割合
- なぜ活用されないのか？
 - 適応がわかりにくい
 - 心理的なハードルがある
 - 効果・リスクに対する心配
 - 連携体制が不十分

前澤ら 現代医学 69 巻 2 号 令和 4 年 12 月(2022)

難治てんかんに対する外科治療 —緩和外科治療の実際—

外科治療—根治術と緩和術、侵襲的モニタリング—

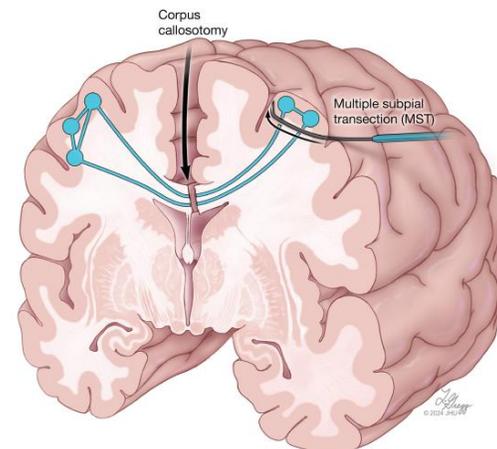


Resective surgery

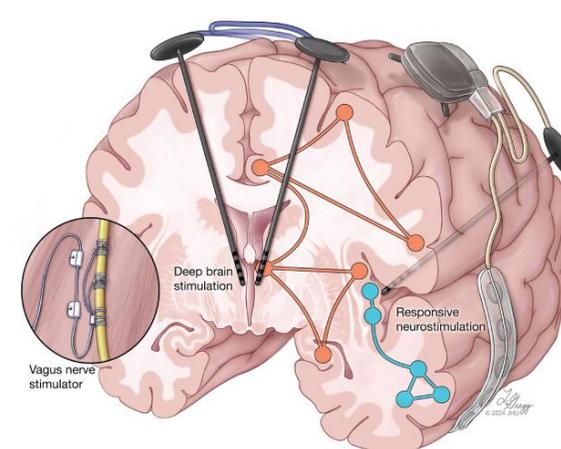


Coagulation/ Ablation

根治術

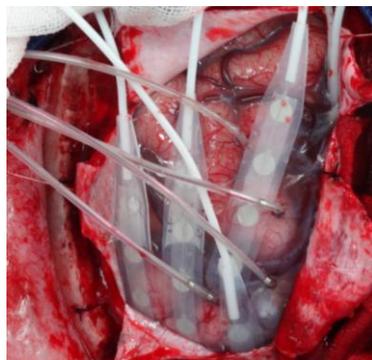


Disconnective surgery



Neuromodulation

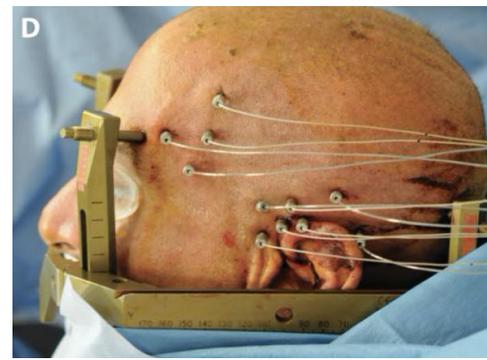
緩和術



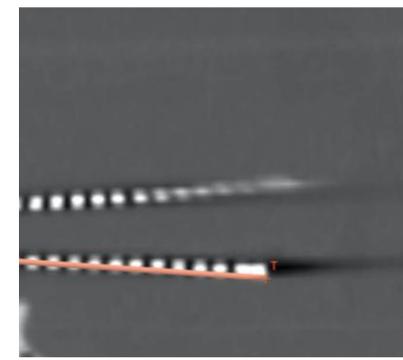
硬膜下電極留置



頭蓋内電極



SEEG (定位的頭蓋内脳波)



根治術と緩和術はどう使い分けるのか？

根治術



「ここ」が分かって、切除可能

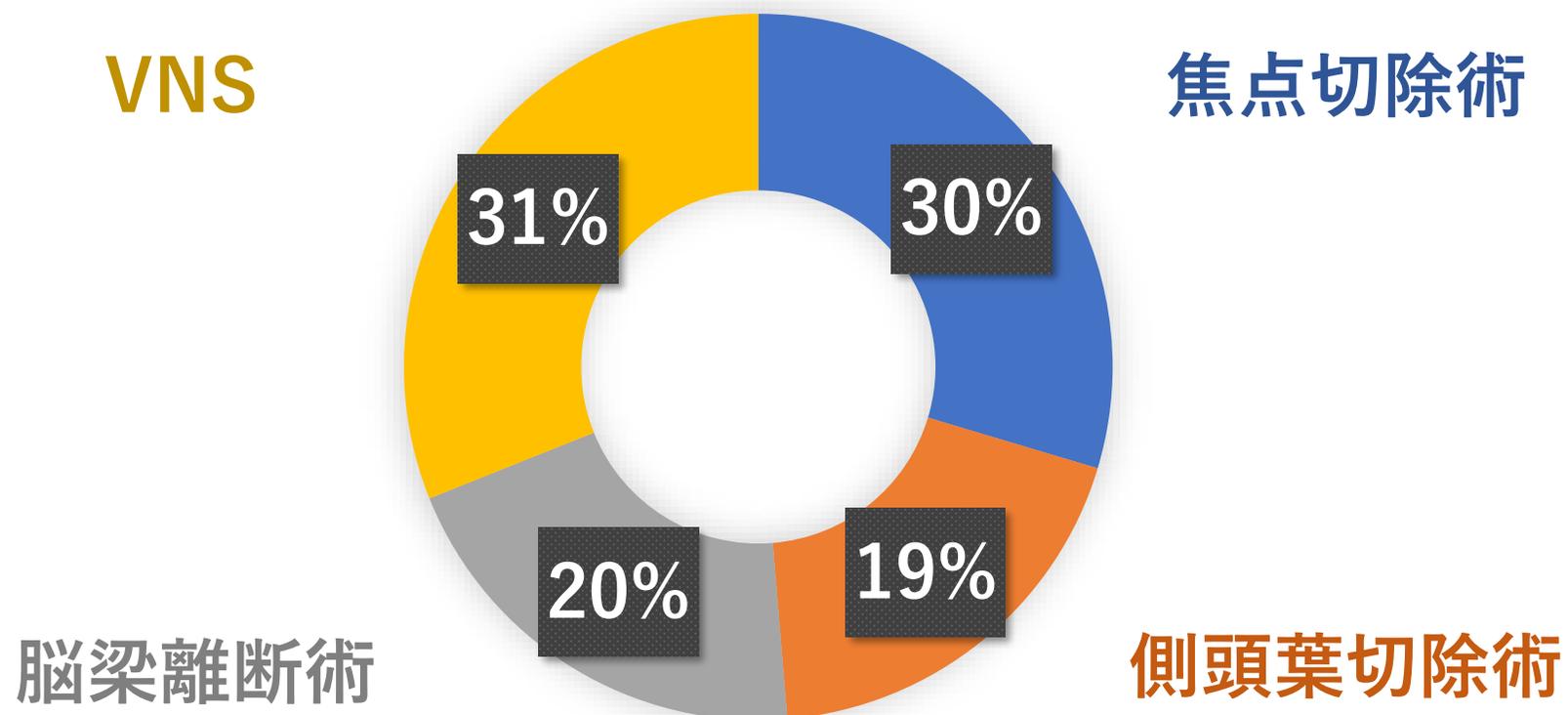
緩和術



同定できない、絞れない、切除できない

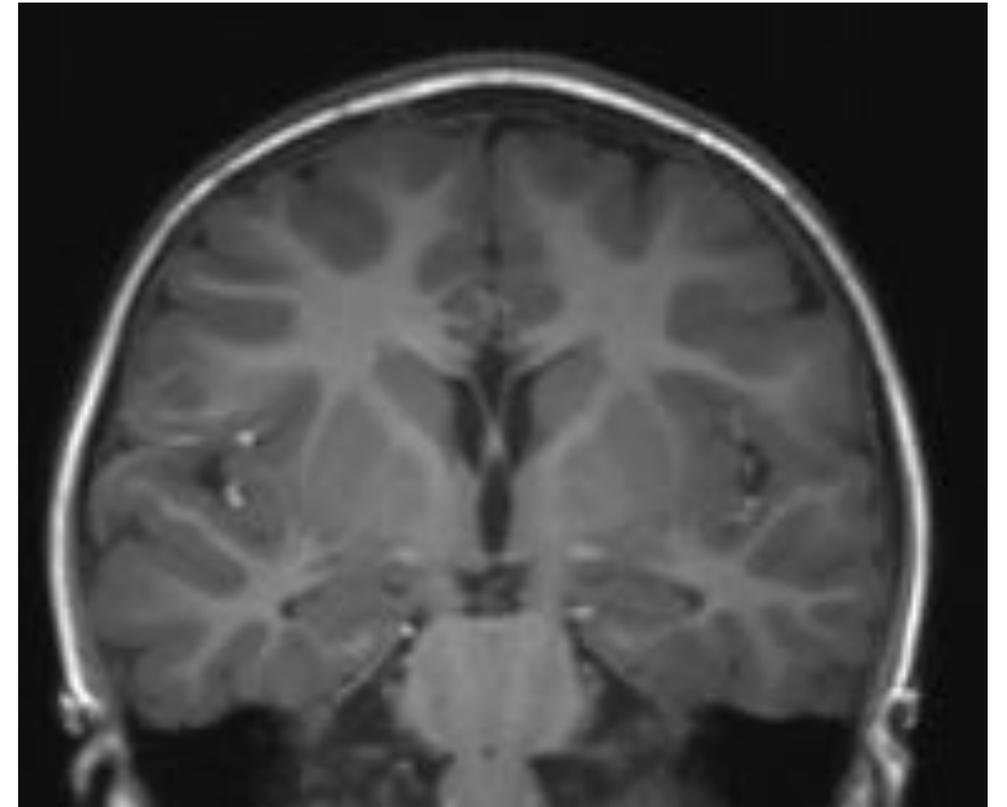
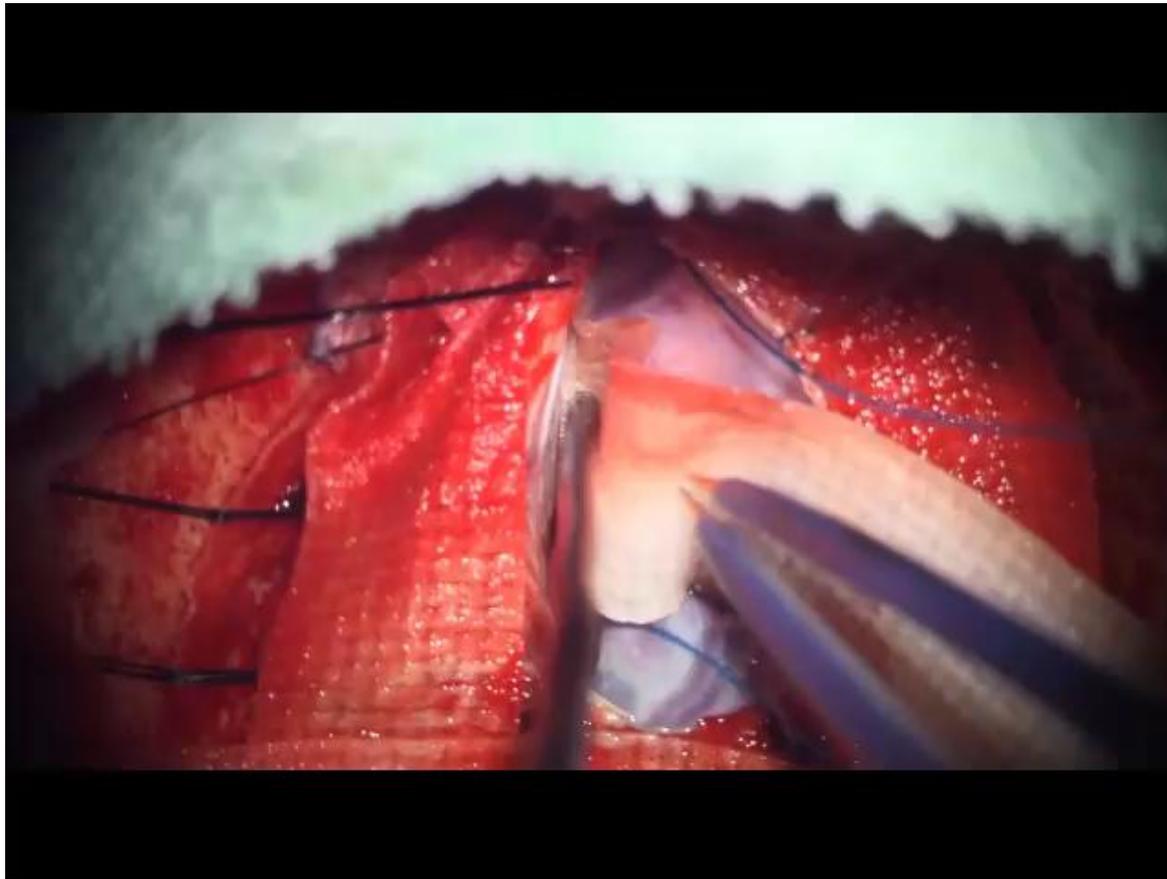
本邦の緩和外科手術の実施状況

NDBオープンデータ

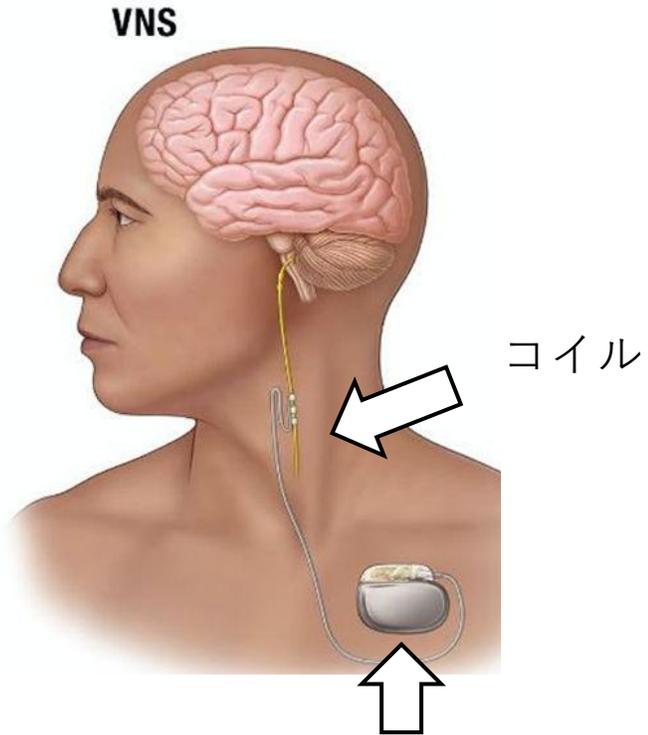


脳梁離断術

【良い適応となる発作型】 転倒発作・脱力発作
(その他の発作に対する効果) 50% reductionが 50-60%程度

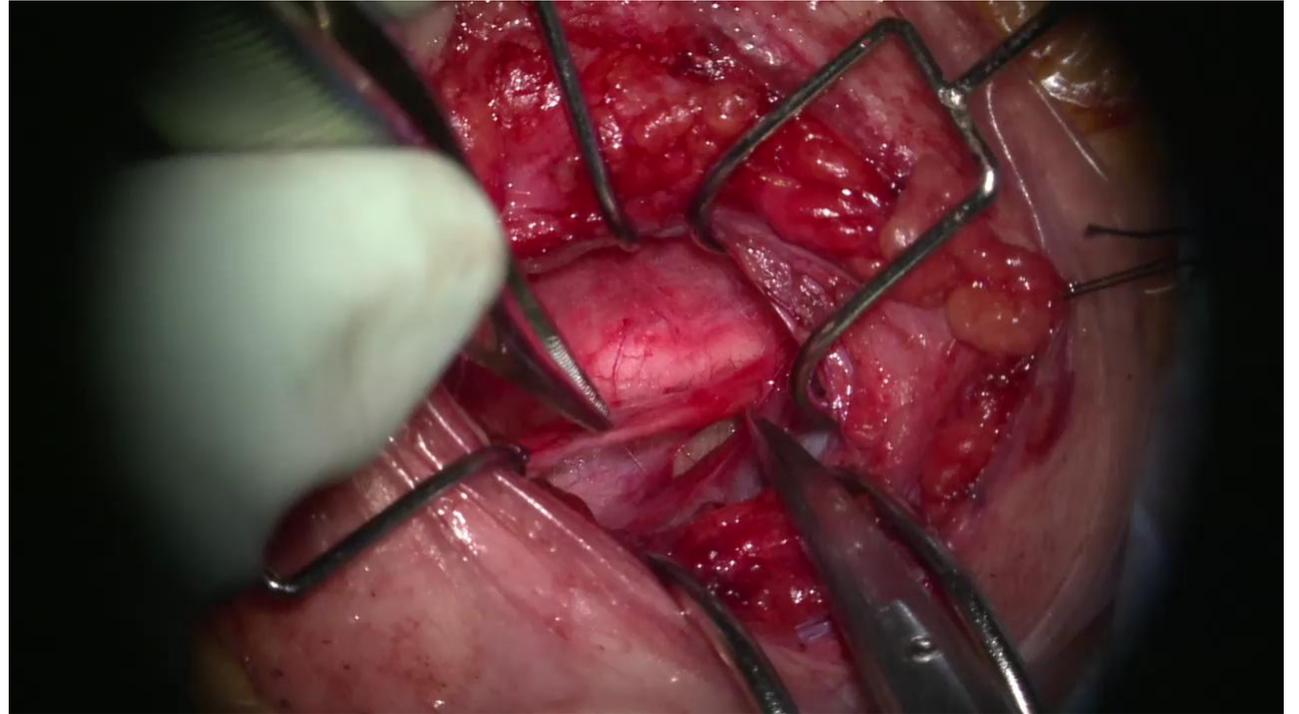


迷走神経刺激療法 (VNS: Vagus Nerve Stimulation)



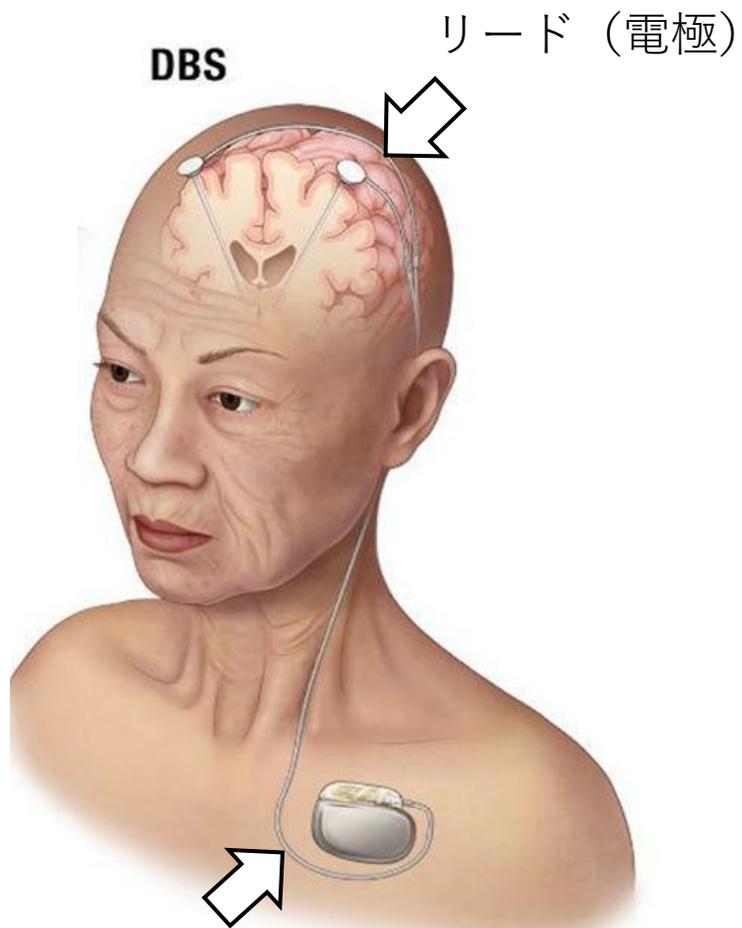
IPG: Implantable pulse generator
バッテリー／電池

Simpson et al. / Epilepsia 2022



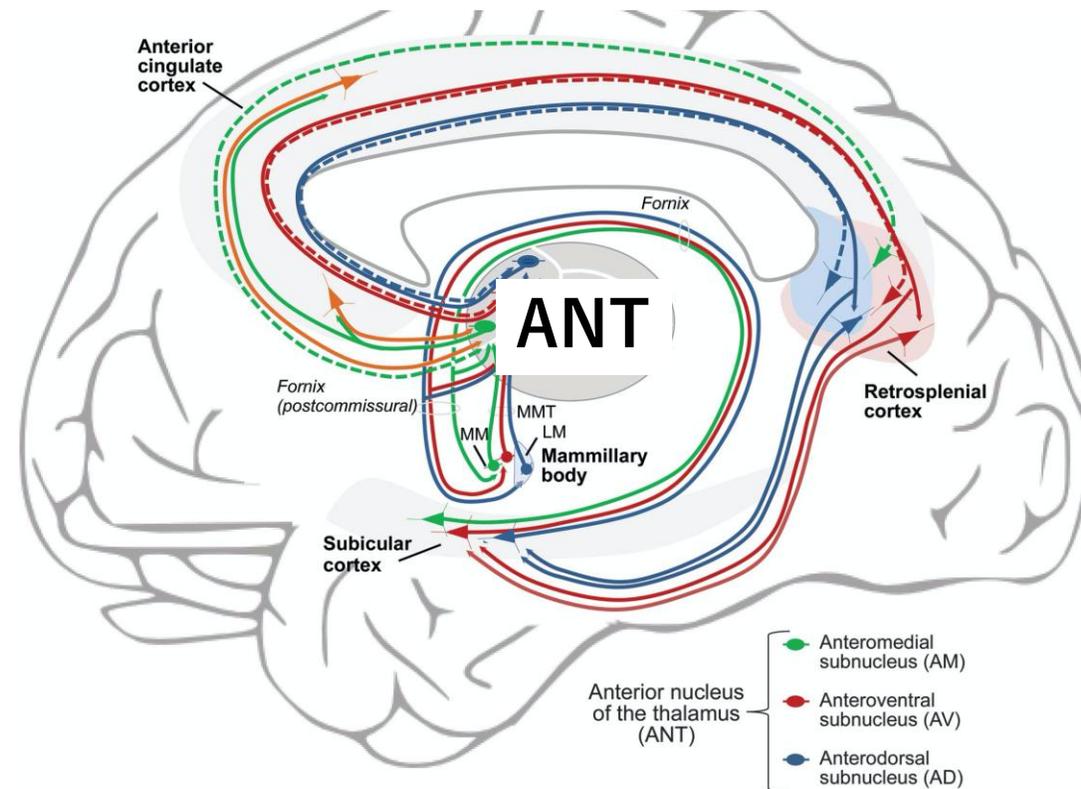
適応：全てのタイプのでんかん

脳深部刺激療法 (DBS: Deep Brain Stimulation)



Simpson et al. / Epilepsia 2022

視床前核 (ANT: anterior nucleus of thalamus)



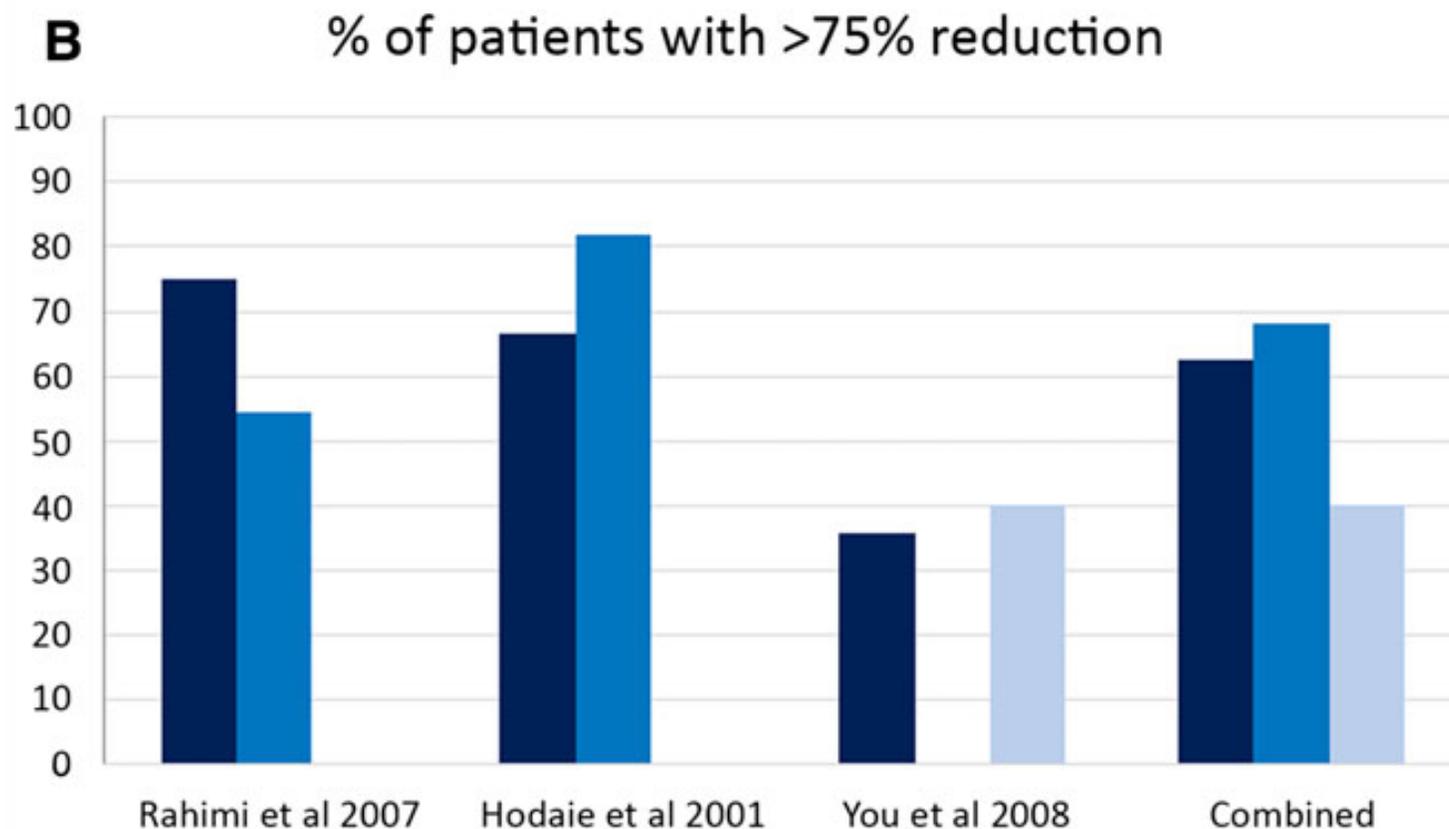
Child & Benarroch et al. / Neurology 2013

適応：焦点てんかん

ANT-DBS - 辺縁系焦点で高い効果

アウトカム① 発作転帰—脳梁離断術

% of patients with Engel I-II outcome



発作消失率（全離断）

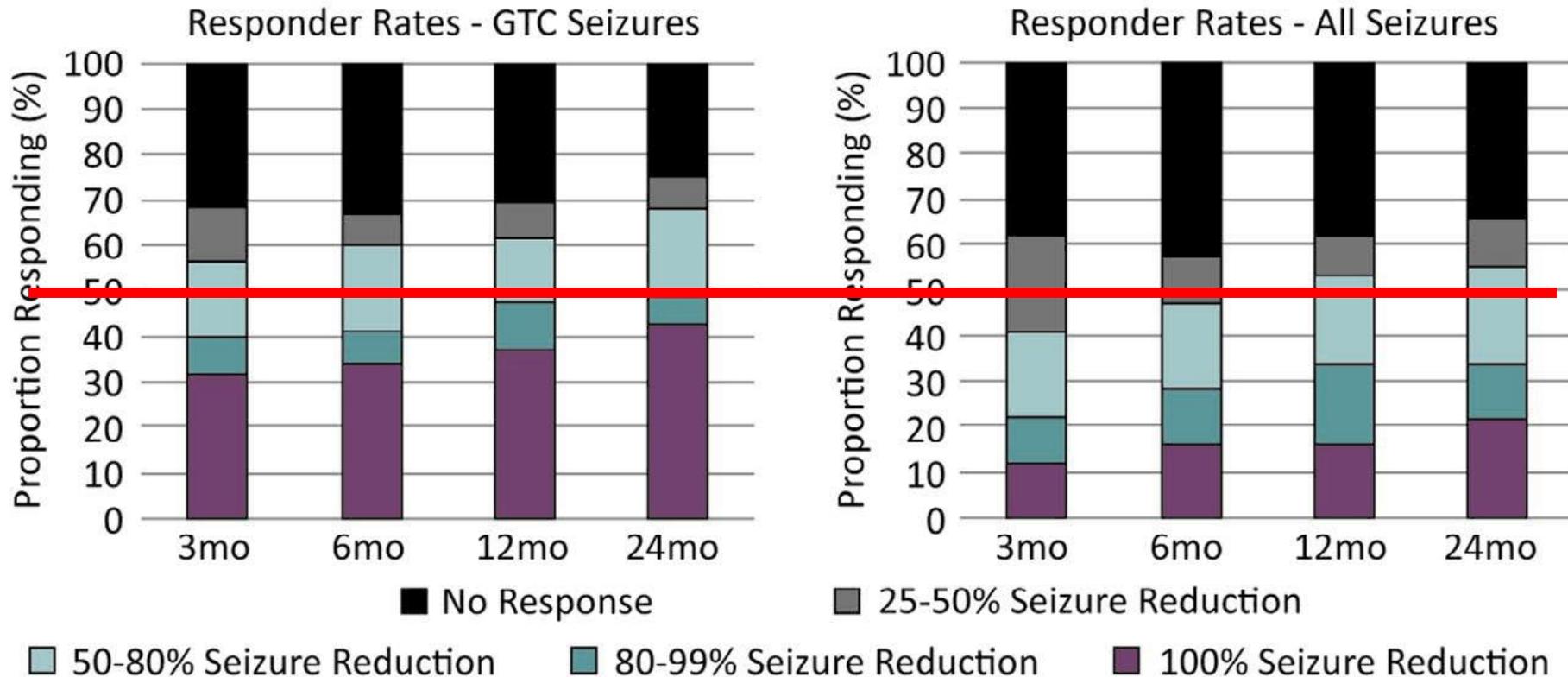
- 約90% 転倒する発作

- 約50% 他の全般発作

（約60% - 前方離断）

Graham et al. / Epilepsia 2016

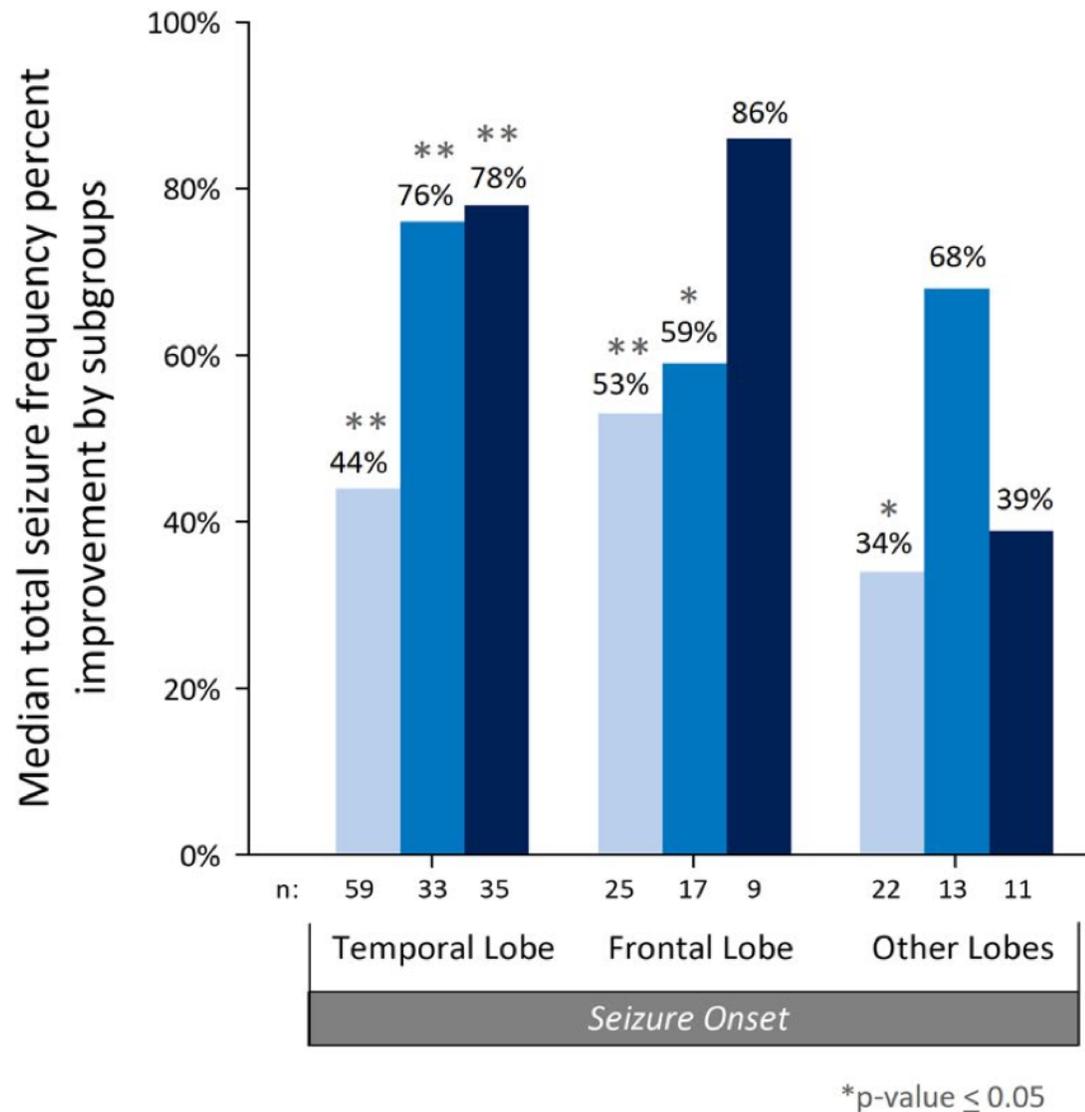
アウトカム① 発作転帰—VNS



50%減る人が50%

◎強直間代発作

アウトカム① 発作転帰—ANT-DBS



発作減少率（7年）

- 78% 側頭葉てんかん
- 86% 前頭葉てんかん
- 39% それ以外のてんかん

Salanova V, et al. / Epilepsia. 2021;62:1306–17.

アウトカム② 副反応・合併症

	脳梁離断術	VNS	ANT-DBS
手術の特徴	開頭術	頸部 + 胸部	穿頭 + 胸部
合併症	急性離断症状 12.5% (全：無言無動) その他 2.7% 血腫, 髄液漏, 感染	嗄声 11.3% 咳 6.1% 頸部痛 4.3% 不快感 1.7% 感染, 徐脈, 肺損傷	感染 12.7% リード位置不良 8.2% (頭蓋内出血, 肺損傷)

Graham et al. / Epilepsia 2016

Marti et al. (Core-VNS Registry Group) / Epilepsia 2025

Salanova V, et al. / Epilepsia. 2021

アウトカム③ 神経心理 等

	脳梁離断術	VNS	ANT-DBS
改善	(発作改善で) QOL, 行動 知能指数, 発達指数	QOL 睡眠 (抑うつ <small>RESTORE-LIFE study</small>)	
増悪	一過性の失行, 失書		抑うつ 記憶障害

Graham et al. / Epilepsia 2016

Marti et al. (Core-VNS Registry Group) / Epilepsia 2025

Salanova V, et al. / Epilepsia. 2021

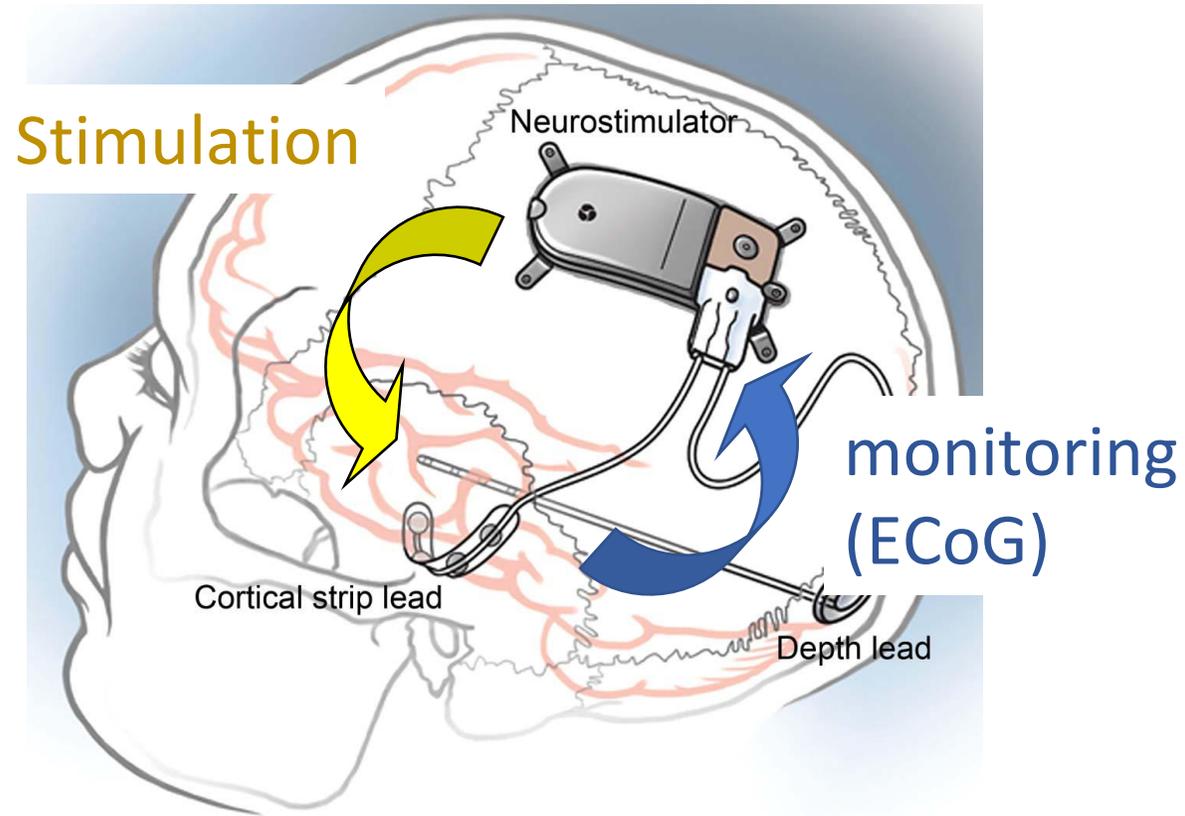
緩和術の適応と特徴－まとめ

	脳梁離断術	VNS	DBS
適応	○転倒する発作 ○脱力発作 全般てんかん	焦点てんかん ○全般てんかん	焦点てんかん ○側頭・前頭葉
方法	開頭手術	デバイス	デバイス
術後	無言無動 (認知機能)	神経心理的改善	神経心理的リスク

今後の展望

新たなニューロモデュレーション：RNS

- Responsive Neurostimulation (RNS)



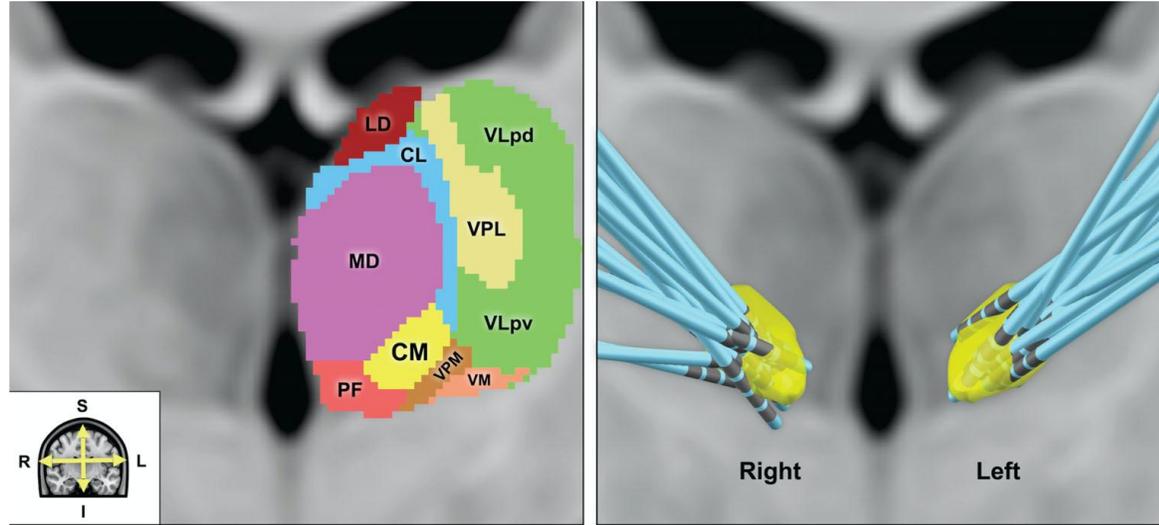
特徴

- Closed loop system
- 刺激部位は制限なし
(⇔DBSは視床)

Bergey et al / Neurology 2015

新たなDBS, RNSのターゲット① CM

CM: Centromedian nucleus



ESTEL study

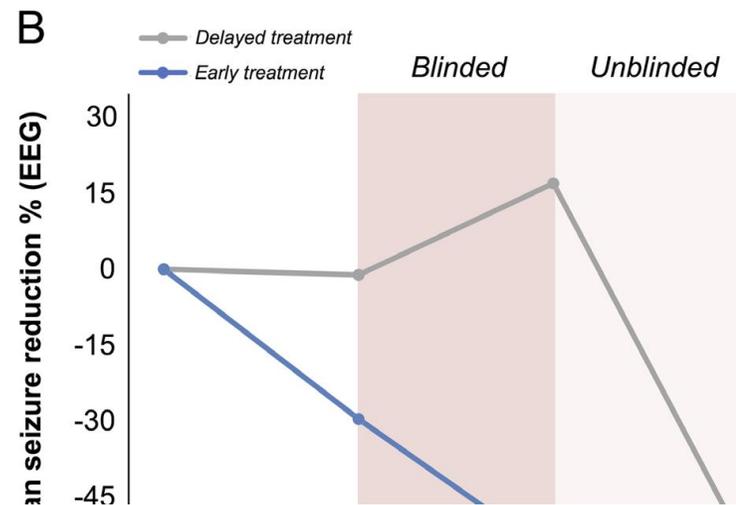
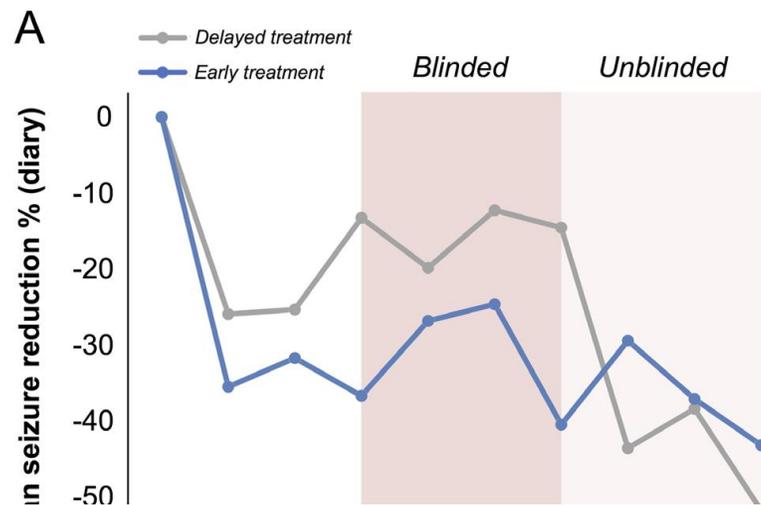
対象：全般てんかん

(LGS: Lennox-Gastaut syndrome)

半分の人で発作が半分になる

-50% seizure reduction rate

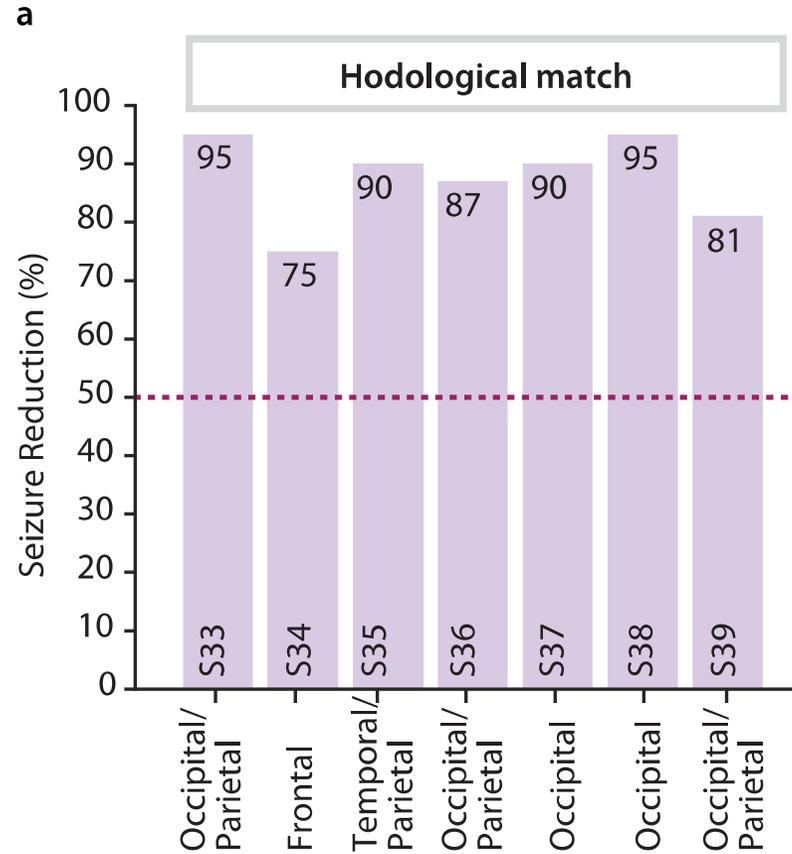
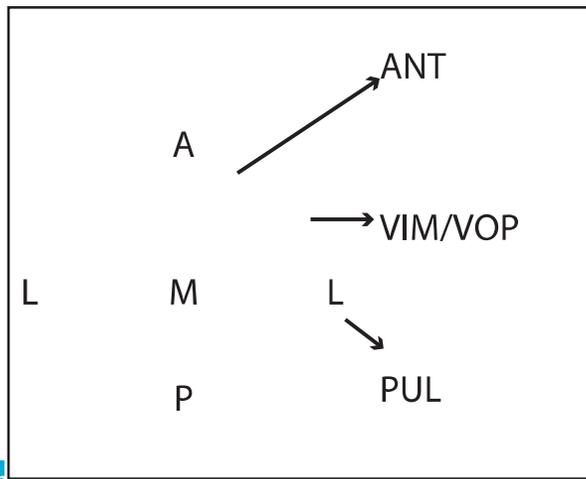
-median seizure reduction



(Dalic et al. / Ann Neurol 2022)

新たなDBS, RNSのターゲット② PUL

PUL: Pulvinar



対象：後部皮質てんかん
(非側頭葉・非前頭葉てんかん)

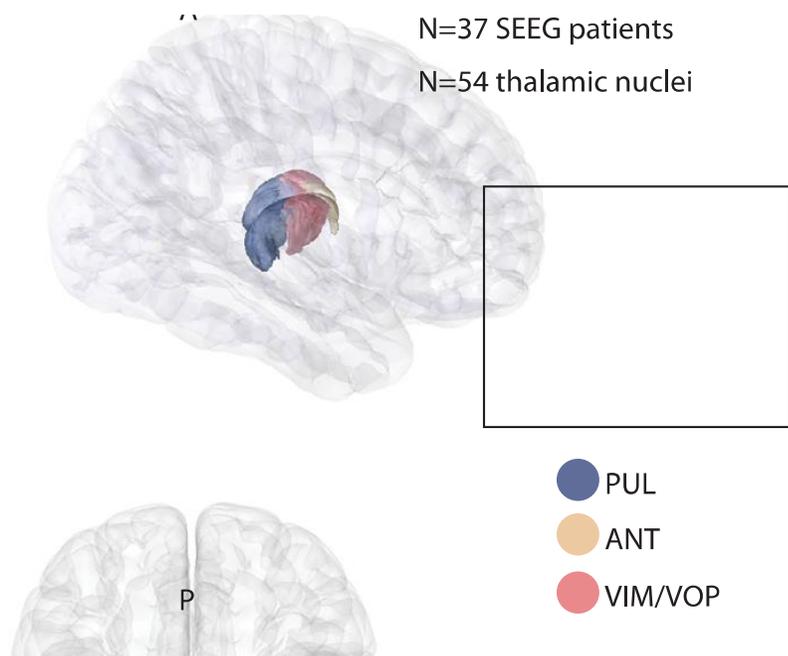
発作が75%以上減少する

(Damiani et al. / Nature commun 2025)

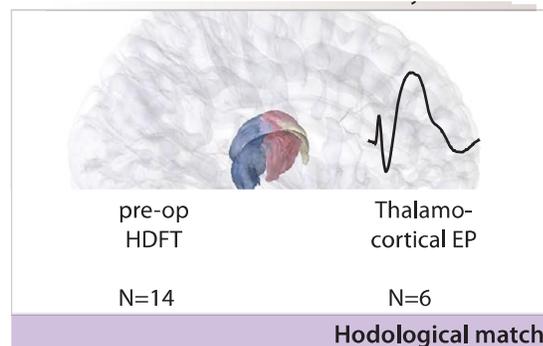
多彩な選択肢をどう使い分けるか？

SEEG-guided neuromodulation = 個別化

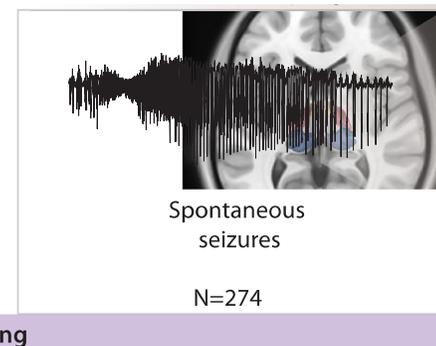
SEEG



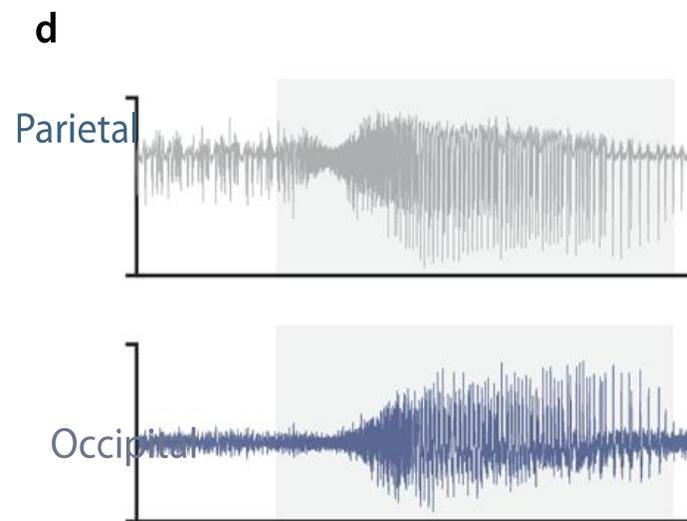
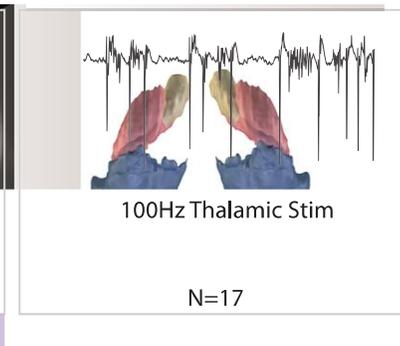
解剖学的結合



機能的結合

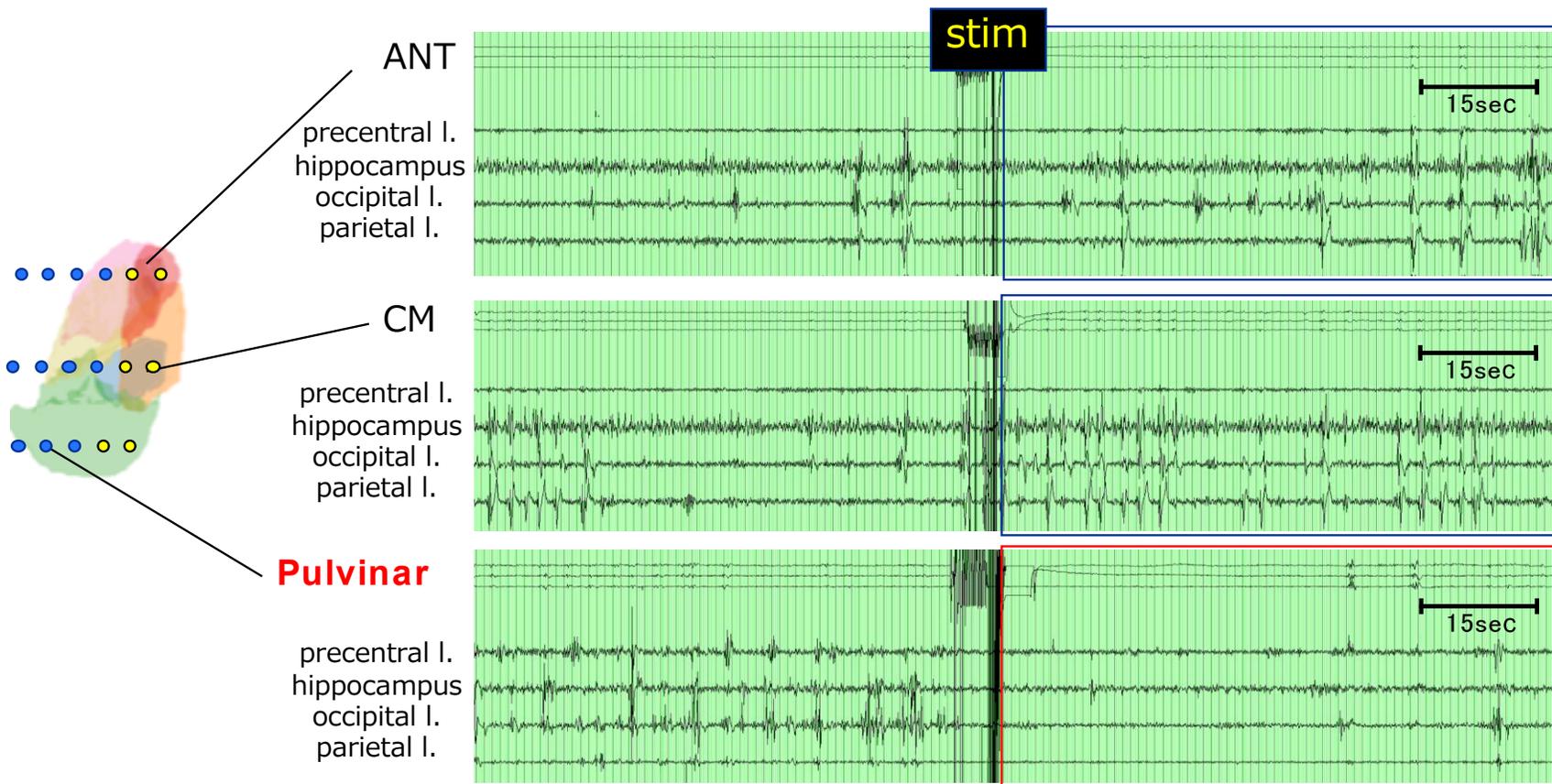


電気刺激試験



結合 = Hodology
を評価する

両側後頭部にてんかん原生領域を持つ32歳男性



Pulvinar-RNS



- てんかん外科治療はてんかんの標準治療の一つである
- 緩和外科治療の選択肢は増加、全ての難治てんかんが対象となり得る
- 緩和外科の効果最大化のための、患者選択の工夫、個別化が進んでいる