

あなたの医療・わたしの医療

AI手術が実現できる スマート治療室

SCOT

Smart Cyber Operating Theater



東京女子医科大学 先端生命医科学研究所
先端工学外科学分野

村垣 善浩, 岡本淳, 吉光喜太郎, 小西良幸, 前田真法,
田村学, 岸本眞二, 生田聡子, Michael Chernov,
仁木千晴, 堀瀬友貴, 正宗賢, 伊関 洋

FATS

Faculty of Advanced Techno-Surgery
TWMU

東京女子医大 先端生命医科学研究所
先端工学外科学分野



Leave the beaten track occasionally and dive into the woods
- You will be certain to find something that you have never seen before..

— 踏み慣らされた道から外れて森に入れ。そこに発見がある。—
Alexander Graham Bell (1847-1947)



高倉公朋先生と伊関洋先生が2001年設立

6 脳神経外科医, 5 工学研究者,
放射線技師, 臨床薬剤師, 臨床心理士
19 大学院生:

5 医師, 歯科医師, 2 放射線技師,
13 社会人大大学院生
(Hitachi, Pioneer, Denso, Microsoft,
日本光電, Murakumo, 興和, etc.)

199 論文 including Nature genet and Brain

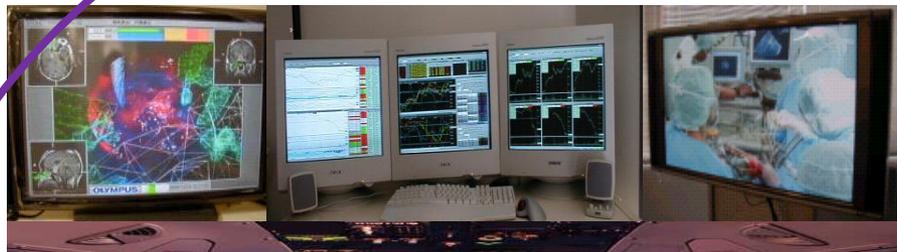
Multidisciplinaryなメンバーが外科学をテクノロジーで進化させる
外科医の新しい目と脳と手となる新規医療機器・治療機器の開発

精密誘導手術：Precision-guided Surgery

2004年提案:オバマ大統領10年以上前

外科医の新しい脳

戦略デスク(統合管理システム)



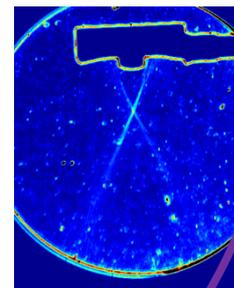
微細治療を
安全・確実に実行

外科医の
新しい手

制御

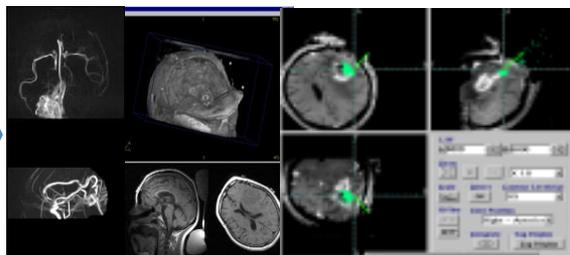
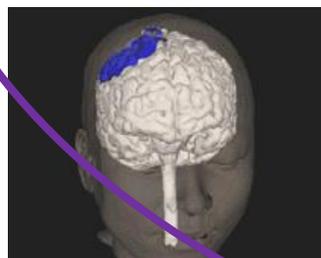
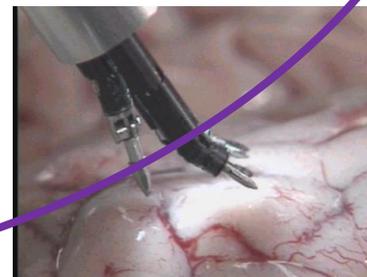
レーザー

収束超音波



Precision-guided Therapy
@ smart operating theater (SCOT)

マニピュレータ



治療計画

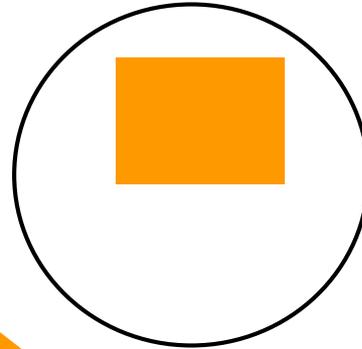
術中MRI・ナビ

外科医の新しい目

従来手術から精密誘導治療へ

解析(判断)

“脳”

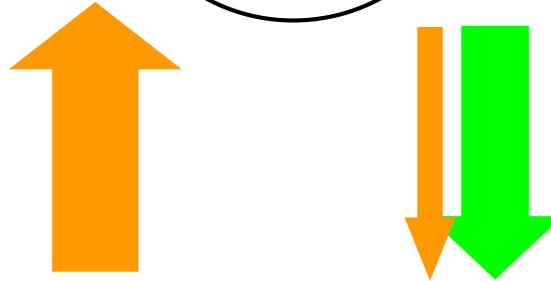


アナログ
デジタル

“機械伝導”手術
広義 ロボット手術
マニピュレータ

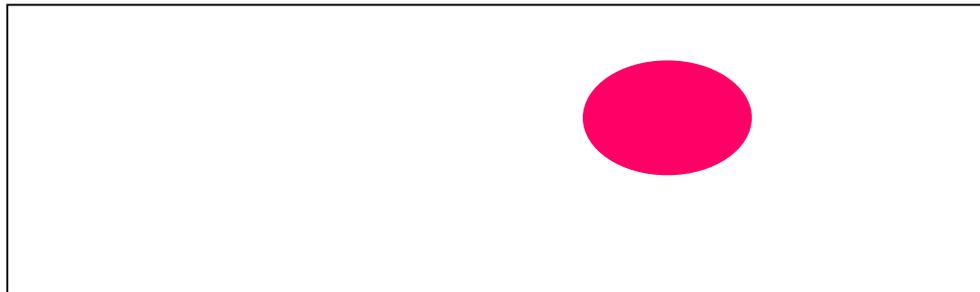
入力(感覚)

“目”



出力(運動)

“手”



SCOT (Smart Cyber Operating Theater)

SCOT

Smart Cyber Operating Theater

安全性と医療効率の向上を両立するスマート治療室の開発

631 490 103928

62 475012 4391 6582

SCOTプロジェクトの目的

治療の効果向上とリスク低減のために、
情報統合が行える単体医療機器
スマート治療室SCOTを開発する

SCOT

Smart Cyber Operating Theater

- 基本手術機器のパッケージ化
 - 手術室のネットワーク化
- 術中意思決定支援のためのインフォ化

Smart Cyber Operating Theater



SCOT

AIによる手術意思決定支援 “AI手術”のための戦略デスク



課題

1. 生体信号を“意味のある”デジタルデータに → インテリジェント手術室
2. 時間同期し位置情報をもったデータの統合 → スマート手術室
3. 予後予測のための信頼できる計算方法とデータベース構築
→ インテリジェント手術室

悪性脳腫瘍治療遂行のためのインテリジェント手術室 -MR対応手術機器のパッケージ化-

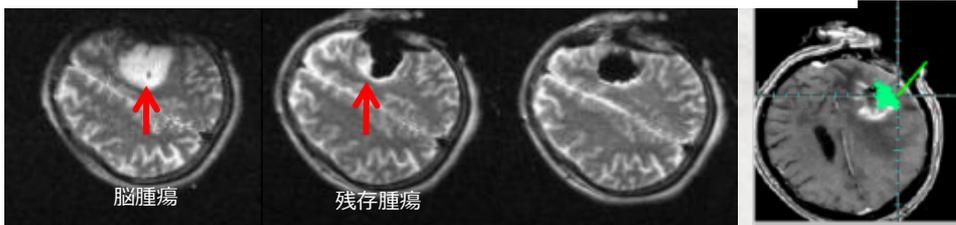
(経産省ME連携ラボ1998~, NEDO研究助成事業 2000~)

脳神経外科1750例 消化器外科5例施行

術中MRIとMRI対応機器



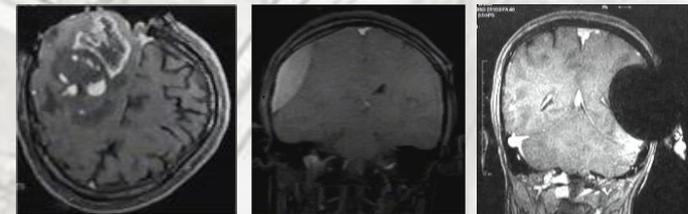
術中MRIによる残存腫瘍同定 とナビゲーションによる摘出支援



摘出前 初回摘出後 再摘出後 ナビゲーション

平均摘出率90% (全国統計: 50-75%)

術中MRIによる有害事象同定

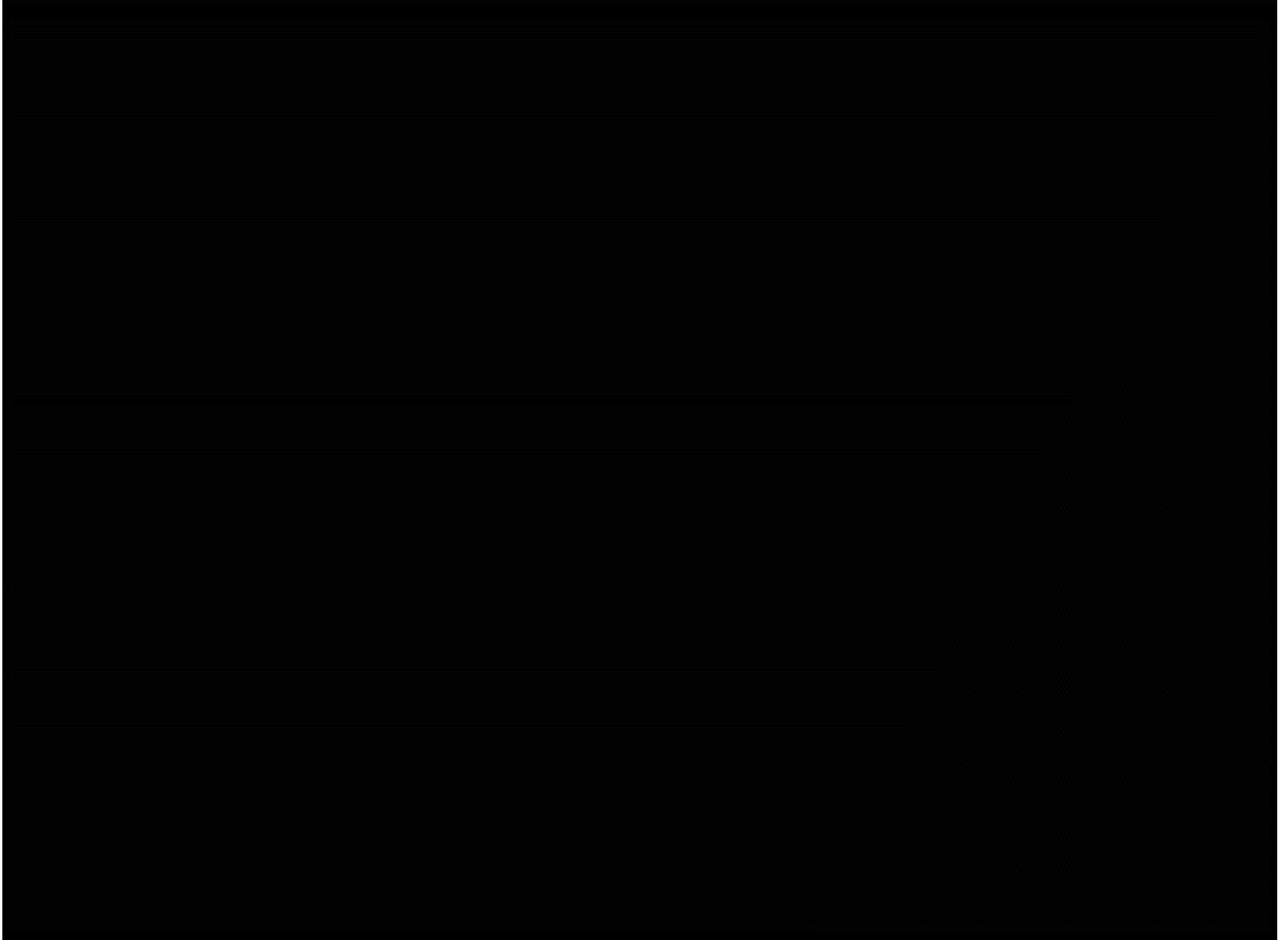


腫瘍内出血 術中出血 遺残金属同定

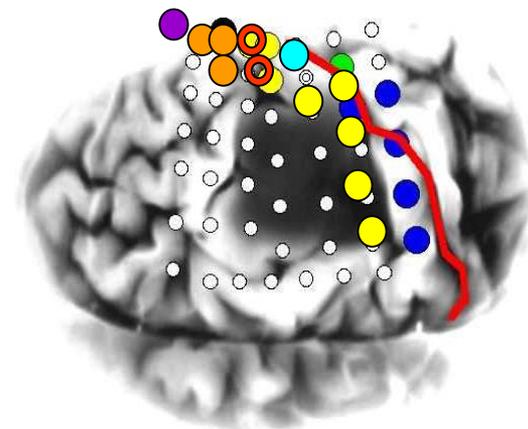
術後出血率0.8% (text: 1-3%)

術中MRIを核とした手術室で効果安全性向上

情報誘導手術を実行するインテリジェント手術室



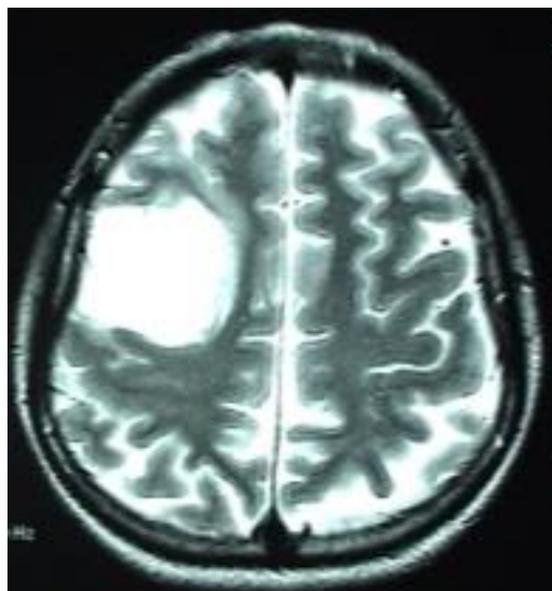
術中MRの有用性: Resection Control



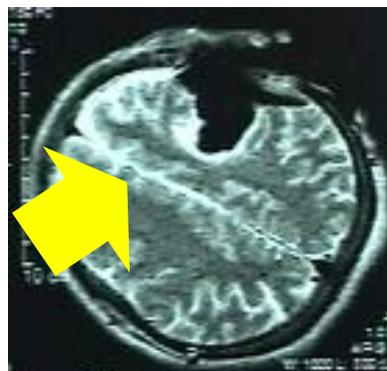
開頭1例目覚醒下手術 2000年5月

日本初(世界初?)覚醒下X術中MRI

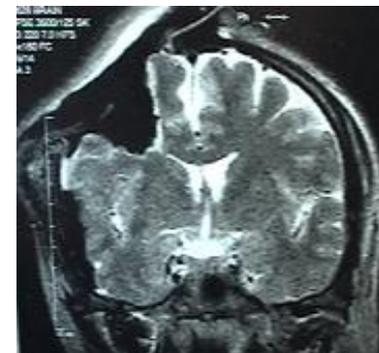
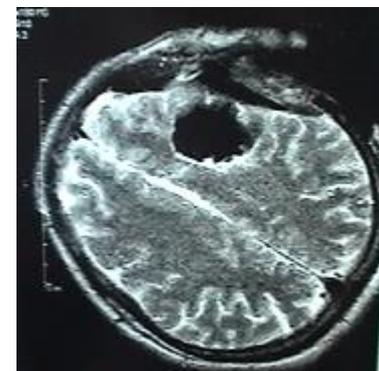
24歳 女性 Anaplastic astrocytoma



術前MRI



摘出後MRI



再摘出後MRI

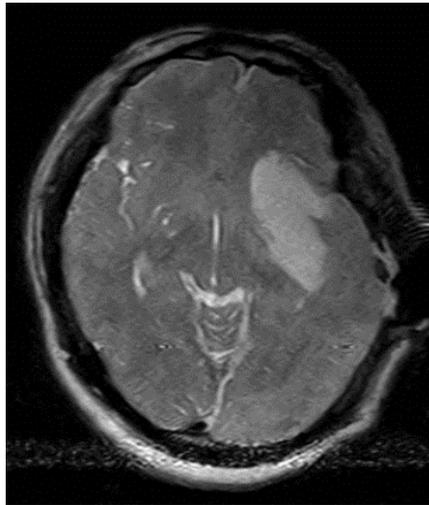
初期治療後

結婚出産 勤務

17年再発無

意思決定ナビゲーション技術基盤

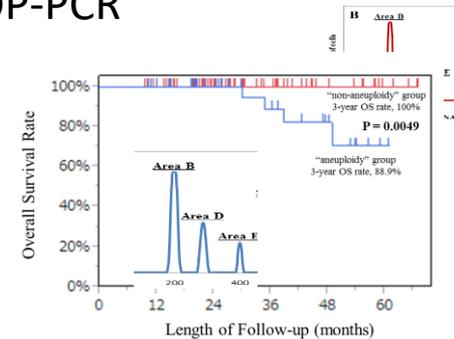
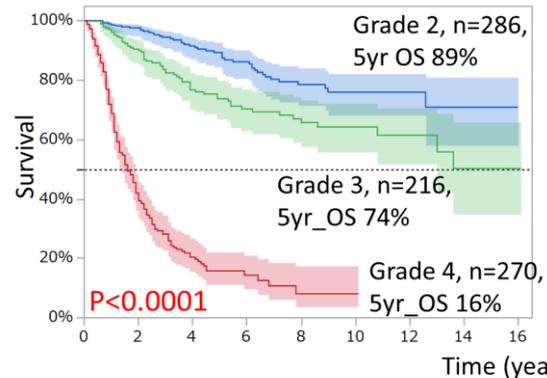
効果: 術中摘出率予測による悪性脳腫瘍患者の予後予測



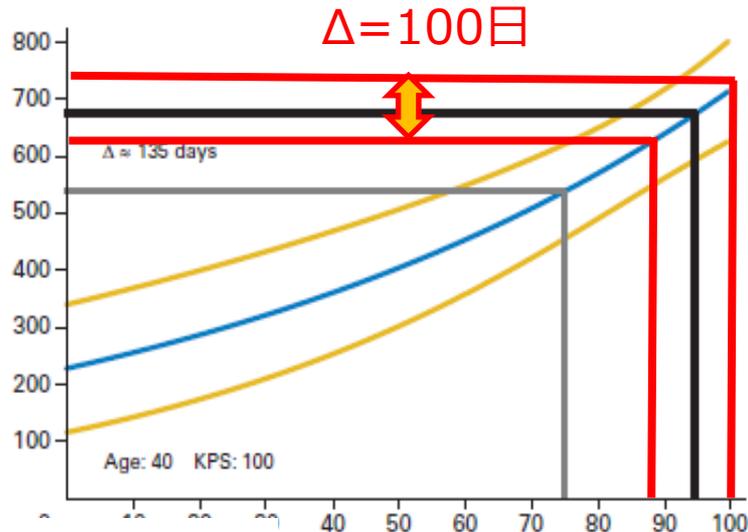
予測摘出率
=88%

Hata Muragaki
Acad Radiol 2005

女子医データベース+ iOP flowcytometry
(722例) + iOP-PCR



データベースと術中データのAI解析



AI予測結果

100%までの追加摘出による
生存期間延長予測



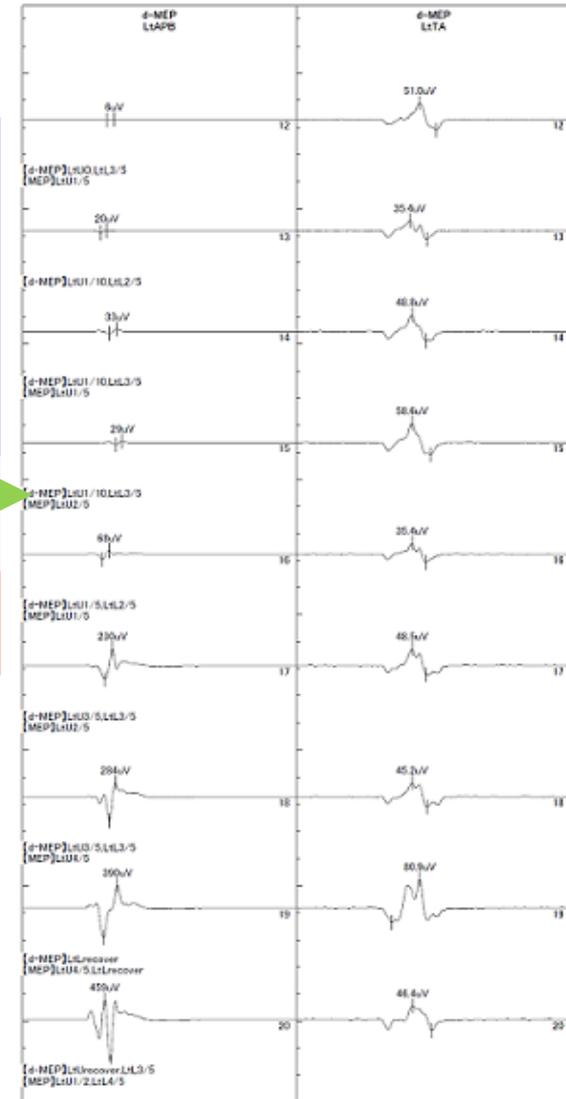
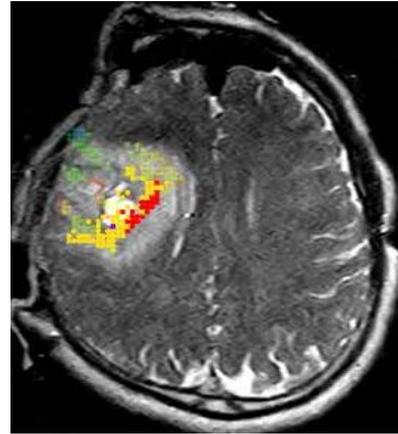
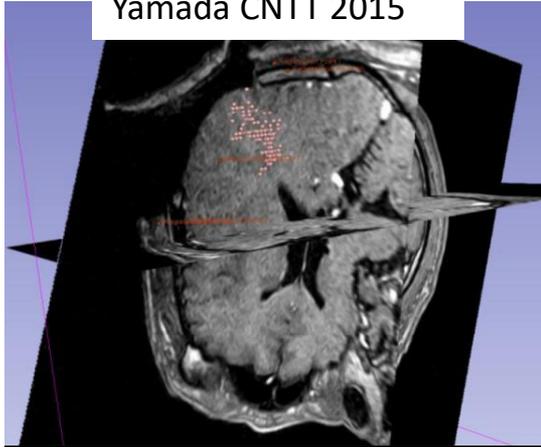
摘出手技により生存期間延長
効果のデジタル化

意思決定ナビゲーション技術基盤

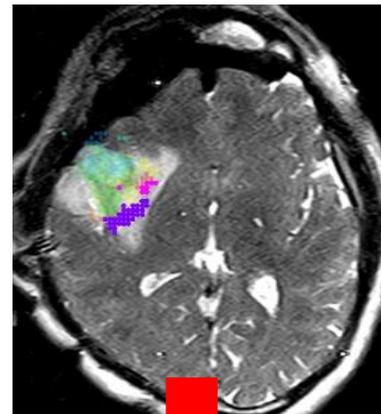
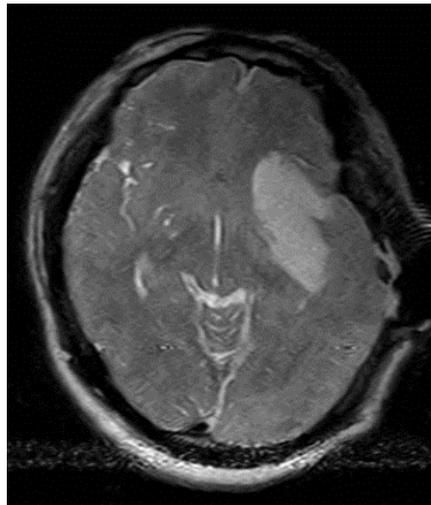
リスク：時系列ログ記録とMEPリスクマップ

MEP(一般に独立)

Yamada CNTT 2015



ログ記録による操作工程解析



抽出(手技)によるリスク(麻痺)部位のデジタル化

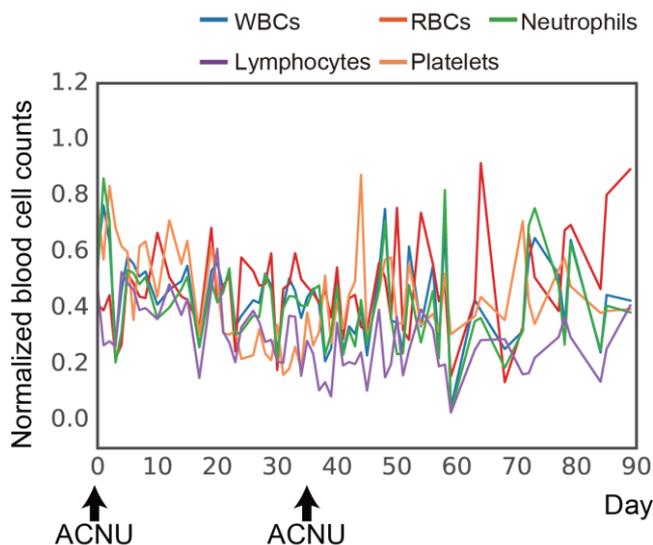
“AI 手術”の技術基盤

3, 予後予測のためのアルゴリズム開発

ACNU化学療法 of 血球減少を予測するための機械学習

Shibahara T, Muragaki Y

患者群の平均データ

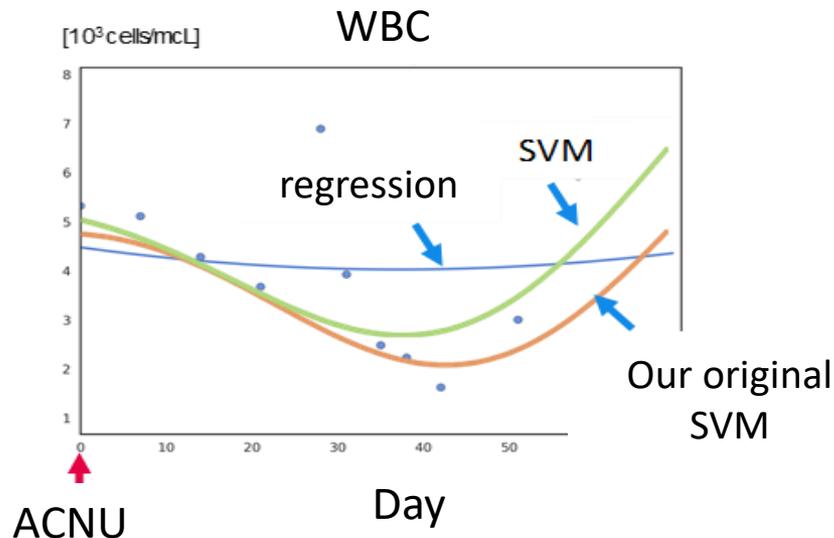


10 因子
年齢, KPS, etc



Support
Vector
Machine
(SVM)

ある患者さんの予測と実データ



機械学習AI (SVM)でACNU化学療法の個別患者の血球減少を予測可能に

JCOTM | CLINICAL CANCER INFORMATICS
An American Society of Clinical Oncology® Journal

In press

医学・機械学習の潮流

人工知能由来の統計解析技術(機械学習)が注目浴び、
医学応用が盛んになりつつある

第1世代(～1980年頃)

- ・ Expert system
- ・ Neural network

低性能・少量データ

スモールデータ時代

医療適用の始まり

自動問診システム

第2世代(2000年頃)

- ・ Support vector machine
- ・ Adaboost

高性能・少量データ

モダリティ連携

医用画像診断

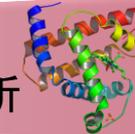
第3世代(2010年頃)

- ・ Linear order learning
- ・ Random Forests

大量データ処理重視

大規模データ解析

ゲノム,
タンパク質解析



第4世代(2020年頃～)

- ・ Deep learning
深層学習
- ・ Manifold learning

高性能・大量データ

臨床データ解析

EHR¹・
PHR²解析



1. EHR: Electronic Health Record, 2. PHR: Personal Health Record

人工知能における2人の巨人（先駆者）

Warren Sturgis McCulloch (1898 ~ 1969)

- 神経生理学者、外科医



Walter J. Pitts (1923 ~ 1969)

- 数学者

1943

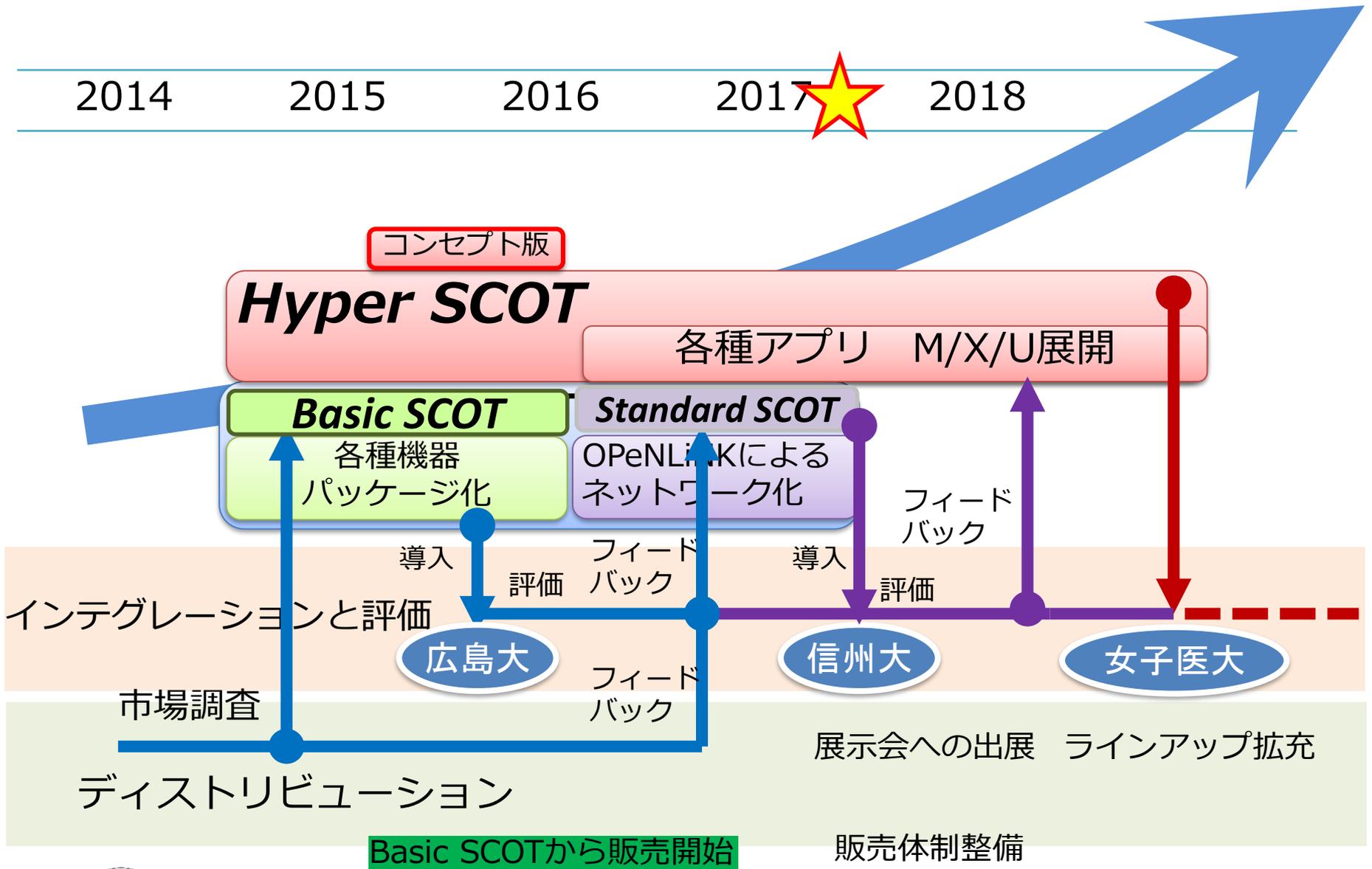
A LOGICAL CALCULUS OF THE IDEAS IMMANENT IN NERVOUS ACTIVITY

WARREN S. MCCULLOCH and WALTER H. PITTS

Because of the “all-or-none” character of nervous activity, neural events and the relations among them can be treated by means of propositional logic. It is found that the behavior of every net can be described in these terms, with the addition of more complicated logical means for nets containing circles; and that for any logical expression satisfying certain conditions, one can find a net behaving in the fashion it describes. It is shown that many particular choices among possible neurophysiological assumptions are equivalent, in the sense that for every net behaving under one assumption, there exists another net which behaves under the other and gives the same results, although



スマート治療室プロジェクト開発計画



2015年度末に具現化した2種のスマート治療室

Basic SCOT

デモ版Hyper SCOT



広島大学病院に導入した基本モデル

- 術中MRIを中心に機器をパッケージ化
- 機器のネットワーク化（予定）
- 時間同期された情報の統合を目指す
- 麻酔モニタリングワイヤレス通信
- **臨床5例 トラブルなく施行**

女子医大TWInsに設置した最終モデルのプロトタイプ「Hyper SCOT」

- Standard SCOTの機能はそのまま導入
- ロボット化された新規開発中機器を追加
- 手術データベースとの連動（予定）
- 情報統合と空間のコントロールを目指す

テレビ東京：ワールドビジネスサテライト

WBS
17:00

最新鋭!「スマート治療室」の実力

SCOT prototype 社会的インパクト



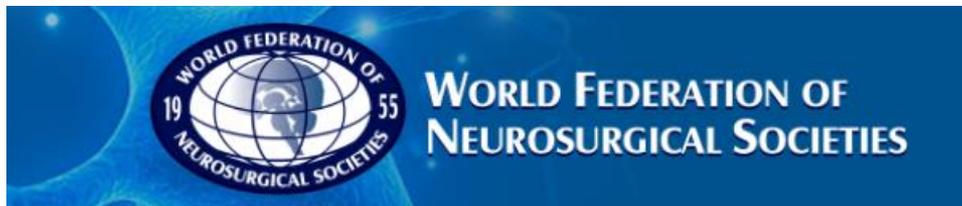
テレビ朝日 ANN NEWS (6/16)



テレビ5件 新聞雑誌22件



WFNSニューズレター掲載



SCOT project

28 July 2017



The Smart Cyber Operating Theater (SCOT) project -Supporting neurosurgical decision making-

^{1,2}Yoshihiro Muragaki, ¹Jun Okamoto, ²Taiichi Saito, ¹Ken Masamune, ¹Hiroshi Iseki, ³Kaoru Kurisu, ⁴Tetsuya Goto,
⁴Kazuhiro Hongo

¹Institute of Advanced Biomedical Engineering & Science, Tokyo Women's Medical University

²Department of Neurosurgery, Tokyo Women's Medical University

³Department of Neurosurgery, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

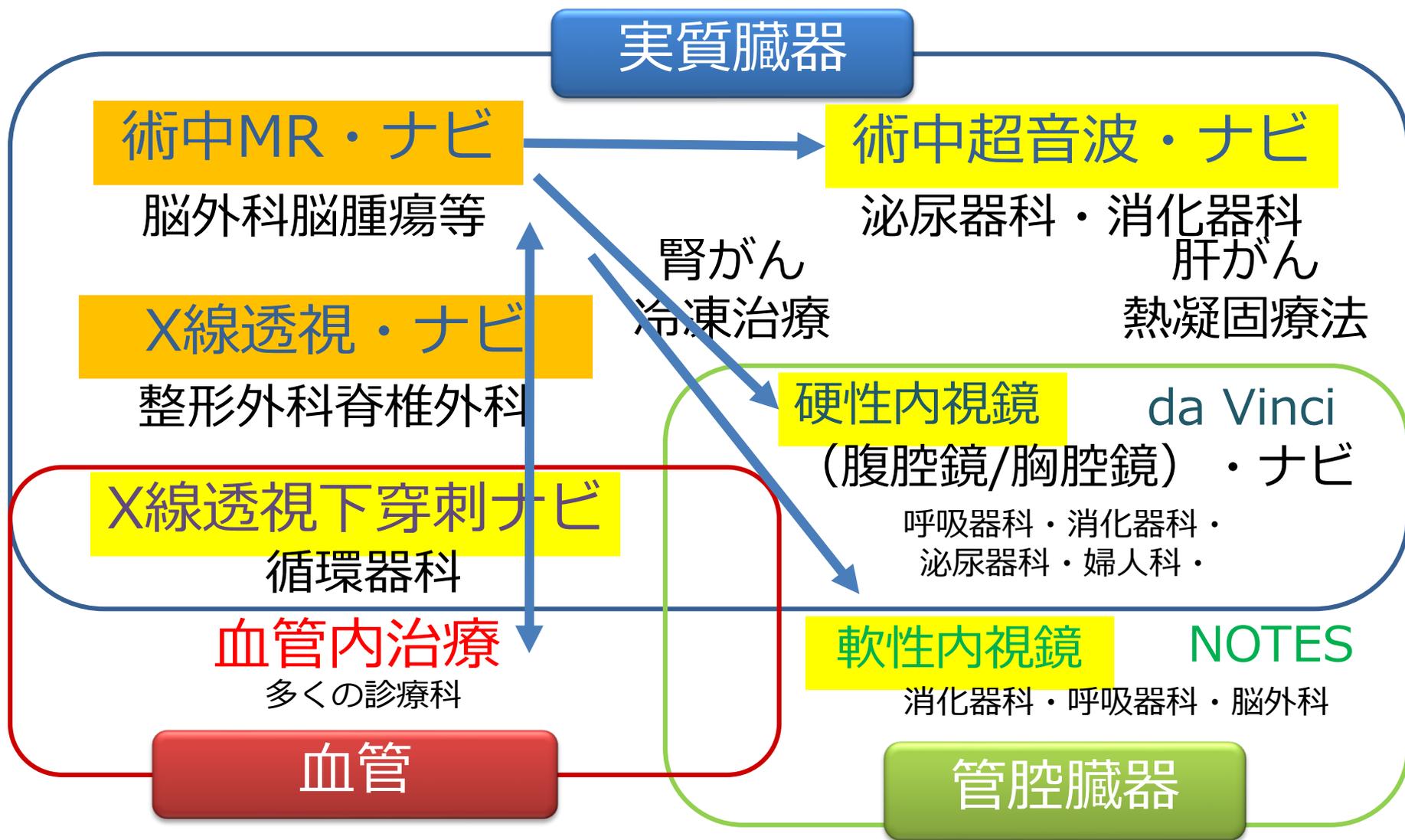
⁴Department of Neurosurgery, Shinshu University School of Medicine

20

次世代治療室としての世界的期待

東京女子医科大学 先端生命医科学研究所

SCOTが網羅する多種外科領域

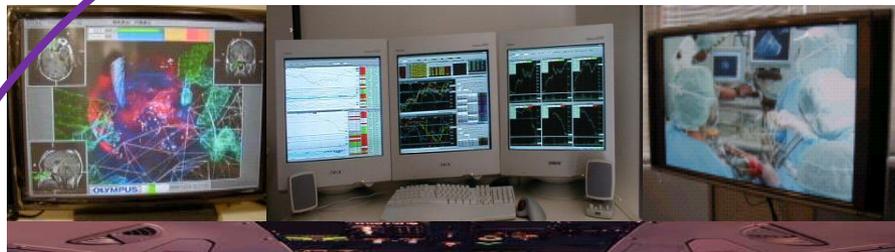


すべての侵襲的手技をSCOTがカバー

精密誘導手術：Precision-guided Surgery

外科医の新しい脳

戦略デスク(統合管理システム)



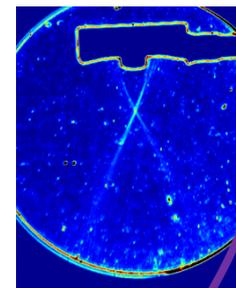
微細治療を
安全・確実に実行

外科医の
新しい手

制御

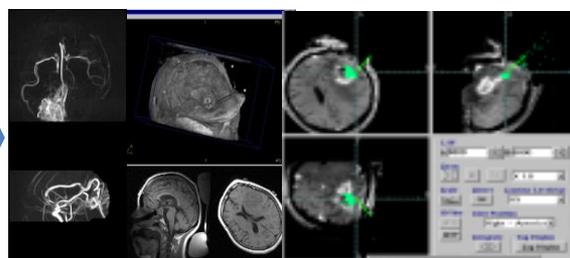
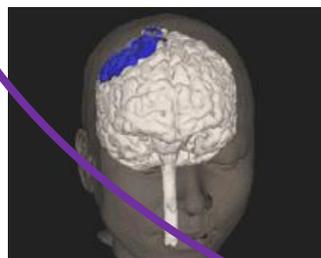
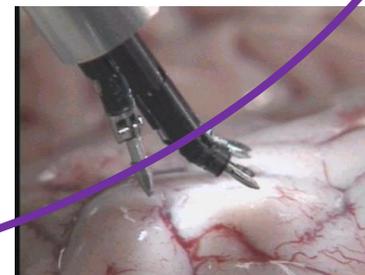
レーザ

収束超音波



Precision-guided Therapy
@ smart operating theater (SCOT)

マニピュレータ



治療計画

術中MRI・ナビ

外科医の新しい目

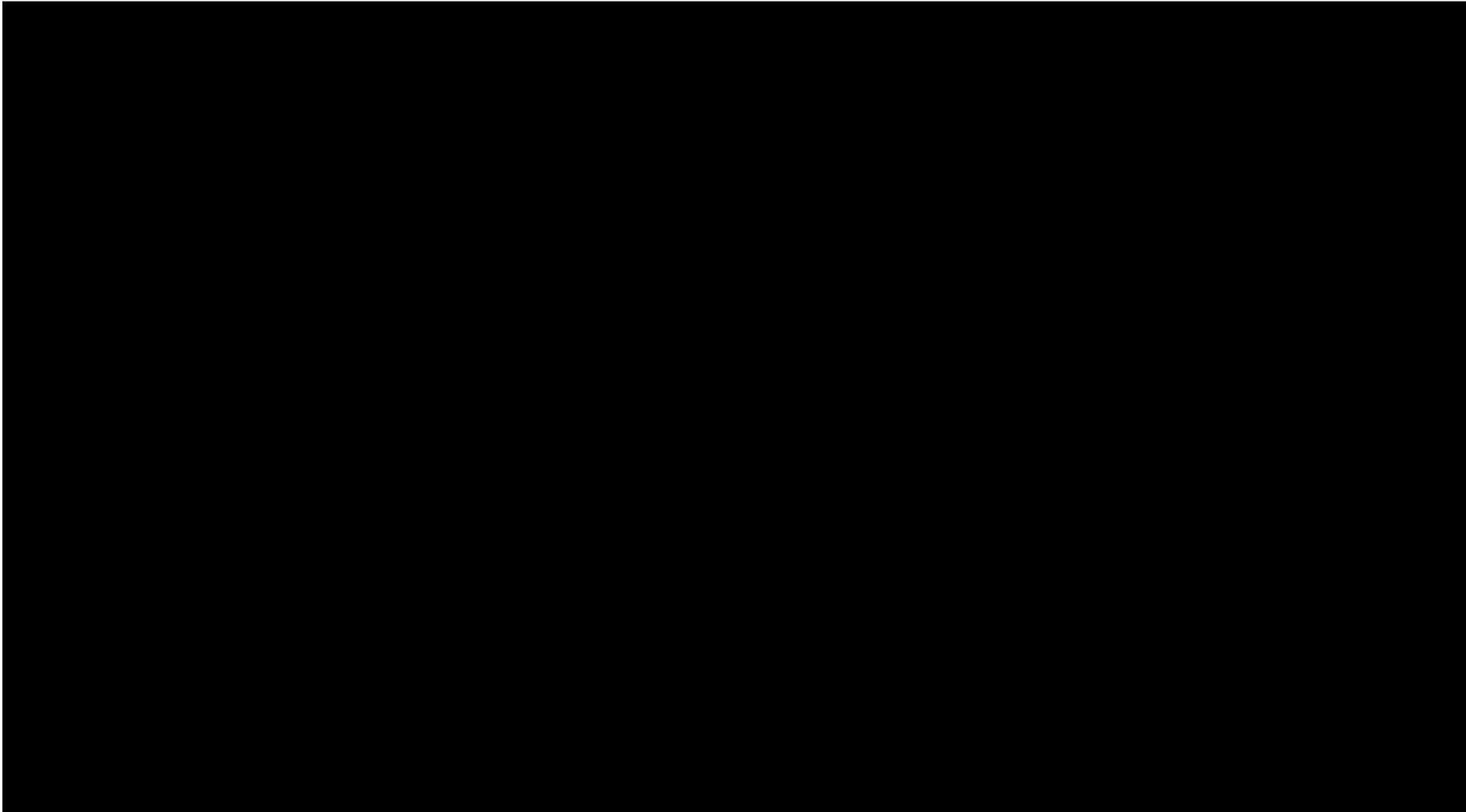
SCOT MOONSHOT

- 空間を提供するだけの従来手術室から脱却し、治療遂行という明確な機能をもつ**単体医療機器**—**スマートサイバー治療室(SCOT)**—を開発する。
- 基本機器**パッケージ化**と治療室**ネットワーク化**を基盤とし、術中画像と**可視・インフォ化**したデータベースに基づく意思決定支援により、治療の安全性と効果を向上させる。
- 国産新治療を実装し、自動車に次ぐ輸出の切り札として**治療室産業を創出**する。

※MOONSHOT: 日本語ではアポロ計画にあたる大きな目標のこと。第35代米国大統領J.F.ケネディが当時不可能とされていた“人類の月面着陸を実現する”と壮大な目標を掲げ実現したことに由来。



Smart Cyber Operating Theater



FATS : Moonshot実現チーム



共同研究・見学・大学院生お待ちしております

※MOONSHOT: 日本語ではアポロ計画にあたる大きな目標のこと。
第35代米国大統領J.F.ケネディが当時不可能とされていた
“人類の月面着陸を実現する”と壮大な目標を掲げ実現したことに由来。

