



文部科学省 学際領域展開ハブ形成プログラム スピン生命フロンティア (Spin-L)

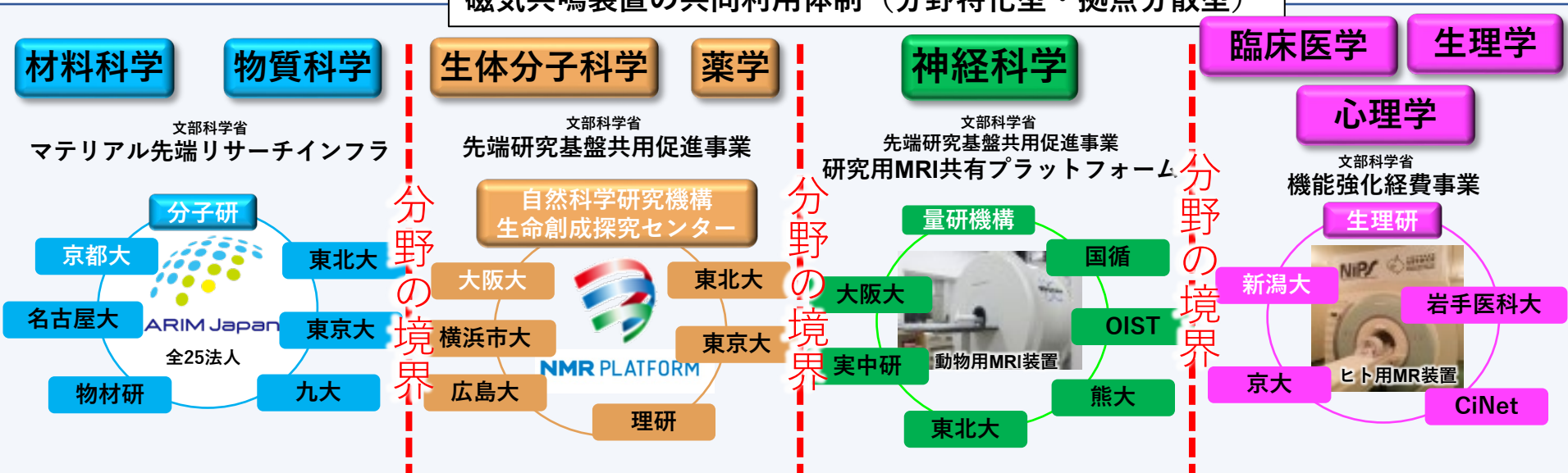
資料4-1
科学技術・学術審議会学術分科会
研究環境基盤部会 (第118回)
R6.6.20



大学共同利用機関法人自然科学研究機構
生理学研究所・分子科学研究所・生命創成探究センター

2024年6月20日 研究環境基盤部会 (第118回)

磁気共鳴装置の共同利用体制 (分野特化型・拠点分散型)



学際的共同利用研究を推進し
異分野連携を可能にする集約型拠点

スピン生命フロンティア

異分野連携を叶える集約型拠点：「スピン生命科学フロンティア」の設立と運用

世界に先駆けた「スピン生命科学」領域の学際的拠点を成す

「スピン生命科学」の創成・発展と研究コミュニティの成熟

集約型拠点を活用した取組み

企業連携や分野融合のさらなる推進

海外との共同利用研究推進

分野横断的視野を持った若手研究者・技術者の育成

他分野への波及効果

次世代リーダーの育成

先端共用研究設備の整備

スピン生命科学に係る先端的な共同利用研究を推進する

岡崎連携プラットフォーム

スピン生命科学コア

(R6.7月発足予定)

ExCELLS

生理研

分子研



(生命科学) (基礎医学・脳科学) (分子科学)

量研機構 量生研
(PET・量子生命)



ノード
(連携研究機関)

京大 化研
(分子設計・開発)



分子設計
合成化学

生命科学

心理学
神経科学
生理学

材料科学
物質科学

阪大 蛋白研
(生命分子)



生体分子科学
薬学

臨床医学
脳科学

各分野の分散型
プラットフォーム

ヒト用MR装置
機能強化経費事業

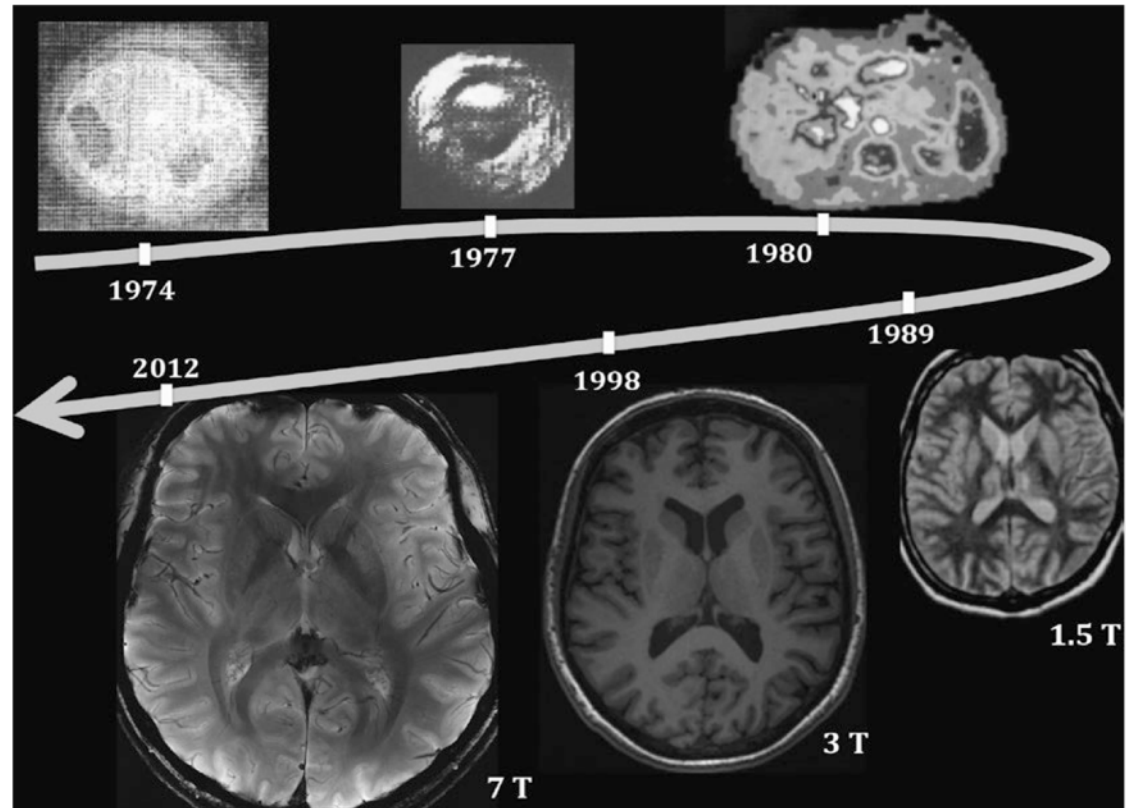
研究用MRI共有
プラットフォーム



磁気共鳴画像法(MRI)のこれまでの変遷

- 装置の磁場強度 (テスラ、T) を向上させることによって画質の向上が達成されてきた
- 磁場強度を上げることによって装置が大型化してきている

- 70年代後半：全身用 MRI (0.05T)
- 80年代前半：臨床用 MRI (1.5T)
- 1990：4.0T MRI装置の誕生
- 1997：8.0T MRI装置の誕生
- 2003：9.4T MRI装置の誕生
- 2014：10.5T MRI装置の誕生
- 2018：11.7T MRI装置の誕生



T. Scarabino et al. (eds.), High Field Brain MRI, DOI 10.1007/978-3-319-44174-0_23



11.7T MRI装置
(フランス、Neurospin)

重量：132トン
(一般的な研究用
3T MRI装置の10倍)

装置を大型化させて磁場強度を上げて、現在の計測原理のままでは**水素スピン由来の信号しか画像にできない**

装置の大型化とは異なる軸においてイノベーションを起こすことが必要

コアが生み出す新規原理・手法の発見と新・学際領域「スピン生命科学」創成

1. 「スピン生命科学」は、新規のMRI用分子プローブ*の開発から生体を対象とする磁気共鳴 (MR)計測までをシームレスに行う新たな学問分野。
2. 「スピン生命科学」を、日本の高度な化学・分子科学分野の研究技術開発力に展開することで、次世代の更なるMR研究の発展に繋げる。

*プローブ = 探針(対象を探る微小ツールの総称)

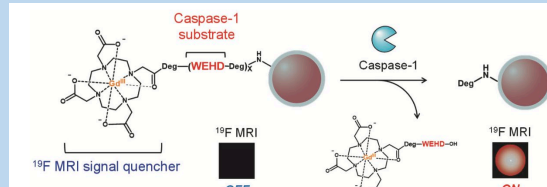
最先端計測装置群を揃え、異分野専門家集団が一堂に会して一気通貫で研究を推進

分子プローブの磁性評価

MR用分子プローブ開発

動物生体MR計測

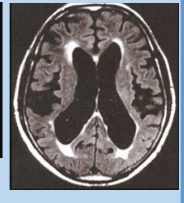
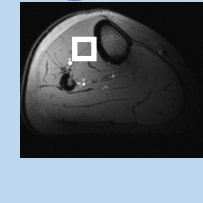
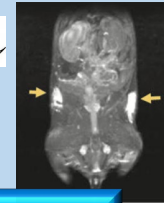
ヒト生体MR計測



げっ歯類



サル



スピン生命科学

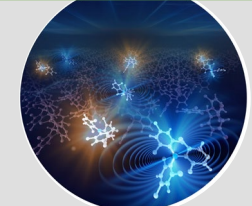
目標1: 次世代
未病医学診断技術開発



目標2: 次世代
バイオ医薬の高度化



目標3: 次世代
磁性材料の開発



「スピン生命フロンティア」が推進する2つの技術開発研究

1) 分子プローブ開発

(設計・生体応用・画像化技術)

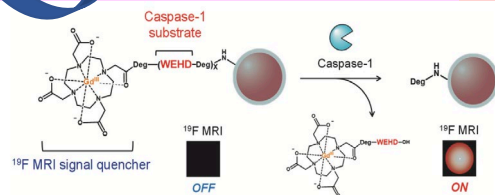
2) 磁気共鳴(MR)計測技術開発

分子プローブの磁性評価

MR用分子プローブ開発

動物生体MR計測

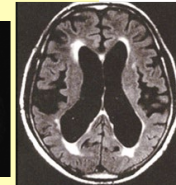
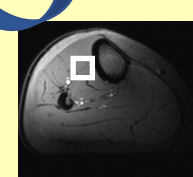
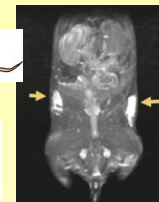
ヒト生体MR計測



げっ歯類



サル



技術開発例

特異環境を感受するMRI造影剤 (スピンセンサー)
水素以外の新規核種 (スピン分子プローブ)

技術開発例

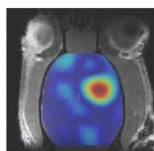
MR装置による分子分析技術の生体MRIへの応用
(スピン操作)

材料科学/薬学

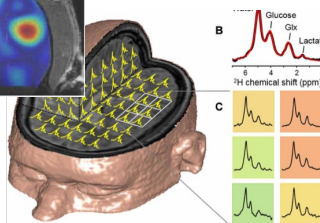


生理科学/臨床医学

- ・新たなMR計測技術の開発によるMRI解像度の限界突破
- ・新規計測手法による新たな生命科学・生理科学の誕生



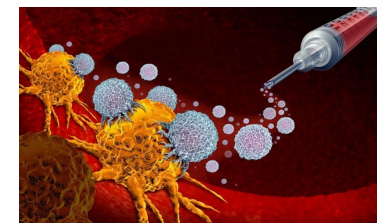
局所病変の検出



早期診断

スピン生命科学

生体での病因細胞追跡



先進的医療の評価系

「スピン生命フロンティア」の活動計画とR5年度実績

R5年度 主な実績

- (1) 運営体制の構築:
 - ・スピン生命フロンティアハブ運営等に関する覚書締結(コア・ノード機関)
 - ・運営規則の設定
 - ・コア会議・ハブ会議・運営委員会の設置・開催
 - ・運営事務局の強化・専任URAを配置
 - ・ロゴマークを制定
 - ・キックオフ会議を開催
- (2) 共同研究推進
 - ・共同利用・共同研究委員会の設置
 - ・スピン生命共同利用研究を開始(46件実施)
- (3) 人材育成
 - ・学際的「若手の会」を発足
 - ・共催セミナー(5件)

キックオフ会議の開催 (2024. 1.18@愛知県岡崎市)



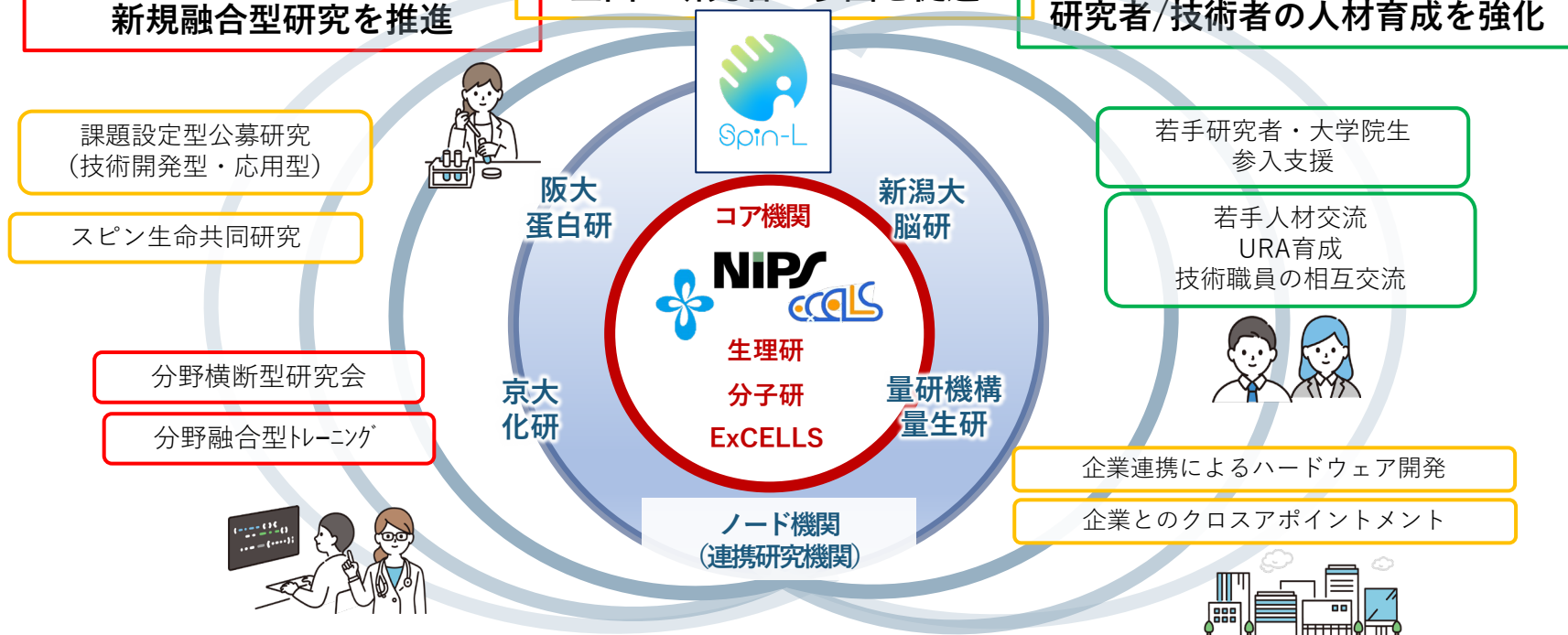
アカデミア・企業から110名が集結

プロジェクトの3つのミッション

全国の研究者の参画を促進

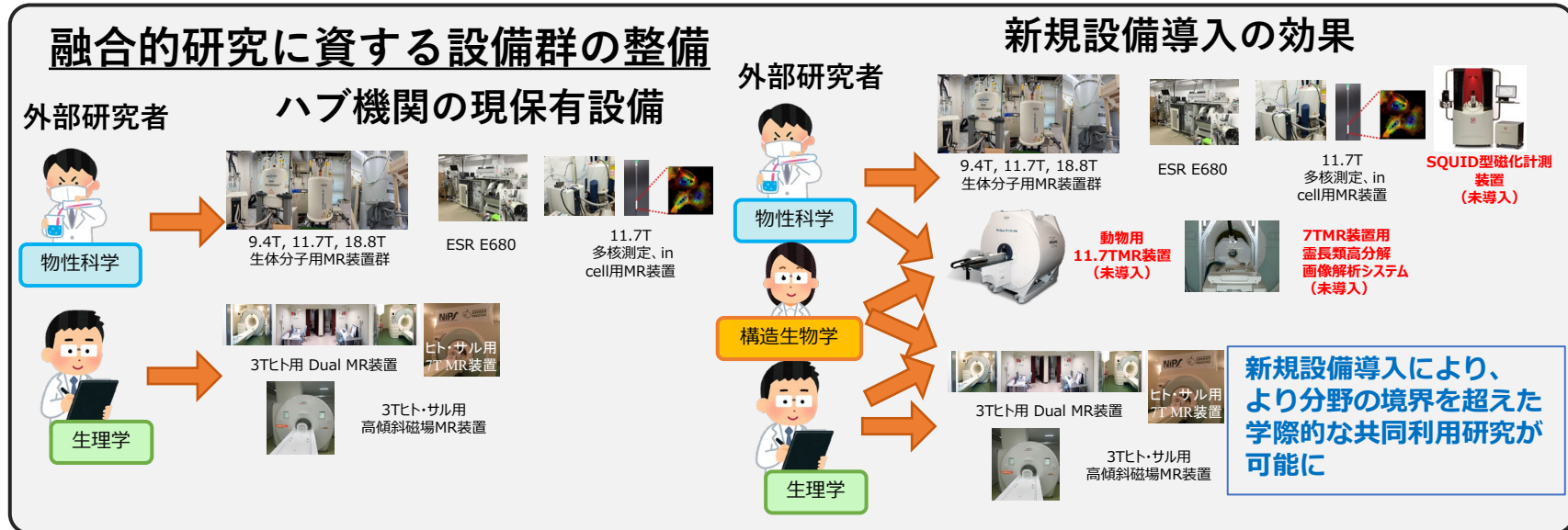
新規融合型研究を推進

研究者/技術者の人材育成を強化

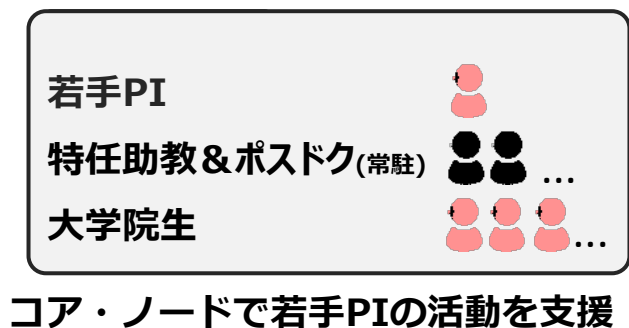


Spin-Lのさまざまな取組を通して、「スピン生命科学」の創成と発展を目指す

▶ シナジー促進のための最先端研究設備の戦略的導入



▶ 次世代トップリーダーの戦略的育成 研究支援体制



シニアレベルPIによるメンタリング

URAによる研究活動支援

技術職員による技術支援

キャリアパス支援



スピン生命学際研究を発信する国際拠点形成

補足資料

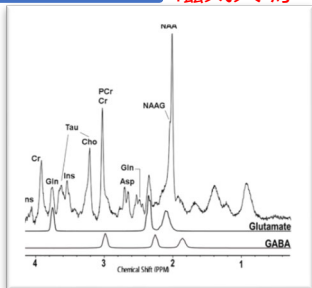
磁気共鳴(MR)研究の歴史

- 原子核の**スピン**状態を揃えた分子にラジオ波を照射することで、得られた信号から分子構造や生体情報を明らかにする方法論
- **分子科学・生命科学・生理科学が融合**することによって、新たな手法によるイノベーションが生まれてきた

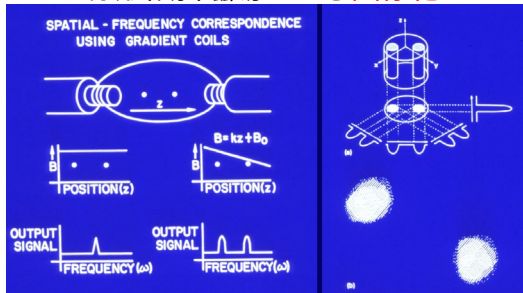
1973 磁気共鳴画像法 MRI

分子科学

磁気共鳴

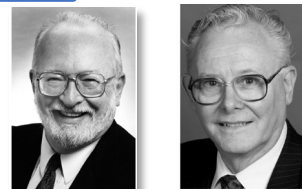
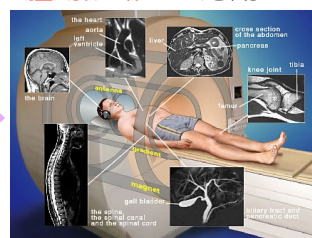


線形傾斜磁場による**画像化**



生理科学

人体の**画像化**
腫瘍診断への応用



P.C. Lauterbur P. Mansfield
2003年ノーベル
生理学・医学賞

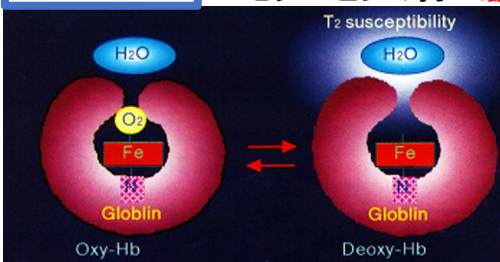
現在までの生命科学では水素スピンを利用

1991 機能的画像法 fMRI

ヘモグロビン=脳機能の生体内分子プローブ

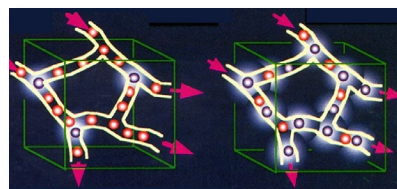
分子科学

ヘモグロビンの持つ**磁性**

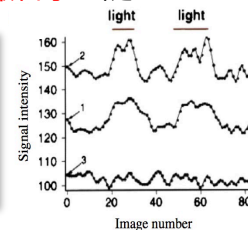
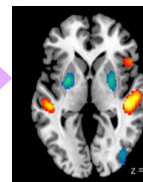


生理科学

脳機能形態学：血流による機能計測



ヒト脳機能マッピング
脳情報科学の誕生



小川誠二博士

2020's

生命科学における生体分子動態の可視化に
MR生体内分子プローブが必須

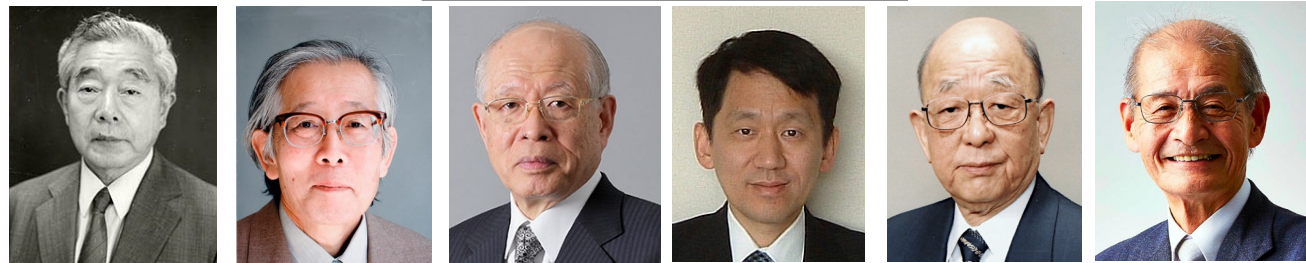
量子コンピュータの性能向上のために、**スピン**状態を揃えた状態を長く保てる**スピン分子プローブ**開発が必要
⇒ 合成研究者の開発モチベーションが増加
⇒ **スピン分子プローブ**は**生体内分子プローブ**に応用可能

材料科学と生理学の融合研究による新規核種
スピン・分子プローブ開発などMRI新規戦略

日本の強みと現状分析

- 日本は化学分野の研究においては世界をリード、医療画像診断分野では世界一のMRI大国
- 神経科学研究では、霊長類モデルからヒトMRI研究まで幅広いネットワーク型研究を推進
- 日本の化学分野の強みを活かして新たなMRI手法を開発すれば、生理学・医学分野での **日本発の破壊的イノベーション** が生まれる土壌がある

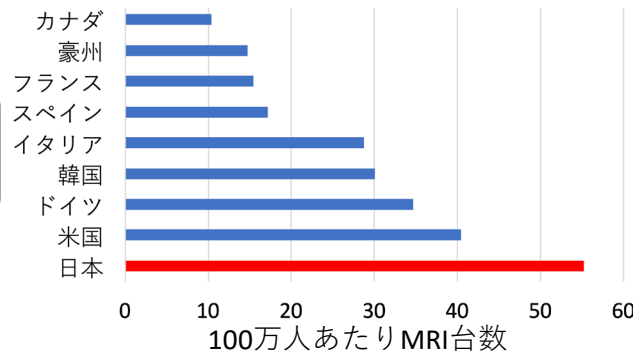
多数のノーベル化学賞受賞者



福井謙一博士 白川英樹博士 野依良治博士 田中耕一氏 鈴木章博士 吉野彰博士

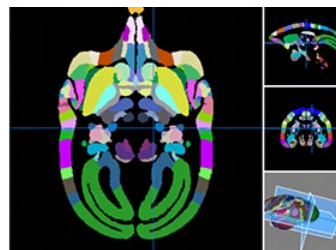
日本の強力な化学分野

人口あたりのMRIの台数が世界最大

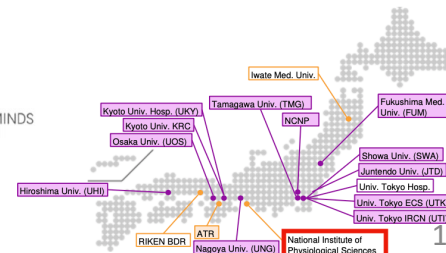


日本の強力な医療画像診断分野

霊長類モデル脳画像データベース (革新脳)



ヒト疾患MRIデータ多施設研究 (国際脳)



神経科学分野での成果の蓄積

コア・ノード機関は多様な共同研究のニーズに応える集約型拠点として最適

材料・物質科学分野

生命科学分野

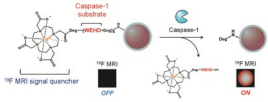
医学・脳科学分野



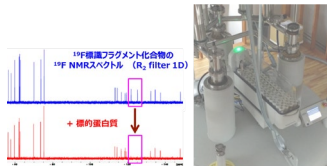
スピン生命科学 (コア・ノード)



ESR E580



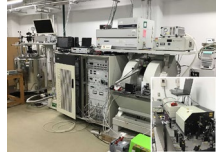
MR用プローブ開発



19F 化合物ライブラリー
19F-NMR スクリーニング



14.1T 物質用MR装置



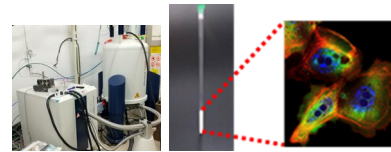
ESR E680



蛋白質データベース
EMPIAR PDBj



9.4T, 11.7T, 18.8T
生体分子用MR装置



11.7T 多核測定、in
cell用MR装置



3T ヒト用 Dual MR装置



16.4T DNP-MR装置



ヒト・サル用
7T MR装置

岡崎での既存設備・施設

岡崎には既に多様な磁気共鳴装置群と
動物資源・計算機資源・
クライオ電子顕微鏡が配備



物質科学から医学までシームレスな技術開発と学理の追究

課題設定型共同研究の推進体制について

連携研究機関・客員PIと、コア組織・特任教員がスピン生命における課題研究グループを形成 + 各分野が参加する公募型の共同利用研究を行い、**分野融合を加速**する。

各分野

材料・物質科学分野

薬学分野

臨床医学分野

など

外部研究者

公募研究

自然科学研究機構・オープンミックスラボ

ノード機関研究者

コア機関

課題研究グループ

客員PI

特任教員

NIPS
生理研

CCCLS
ExCELLS

IMS
分子研

連携



京大 化研



阪大 蛋白研



新潟大 脳研



量研機構

スピン生命フロンティアハブ