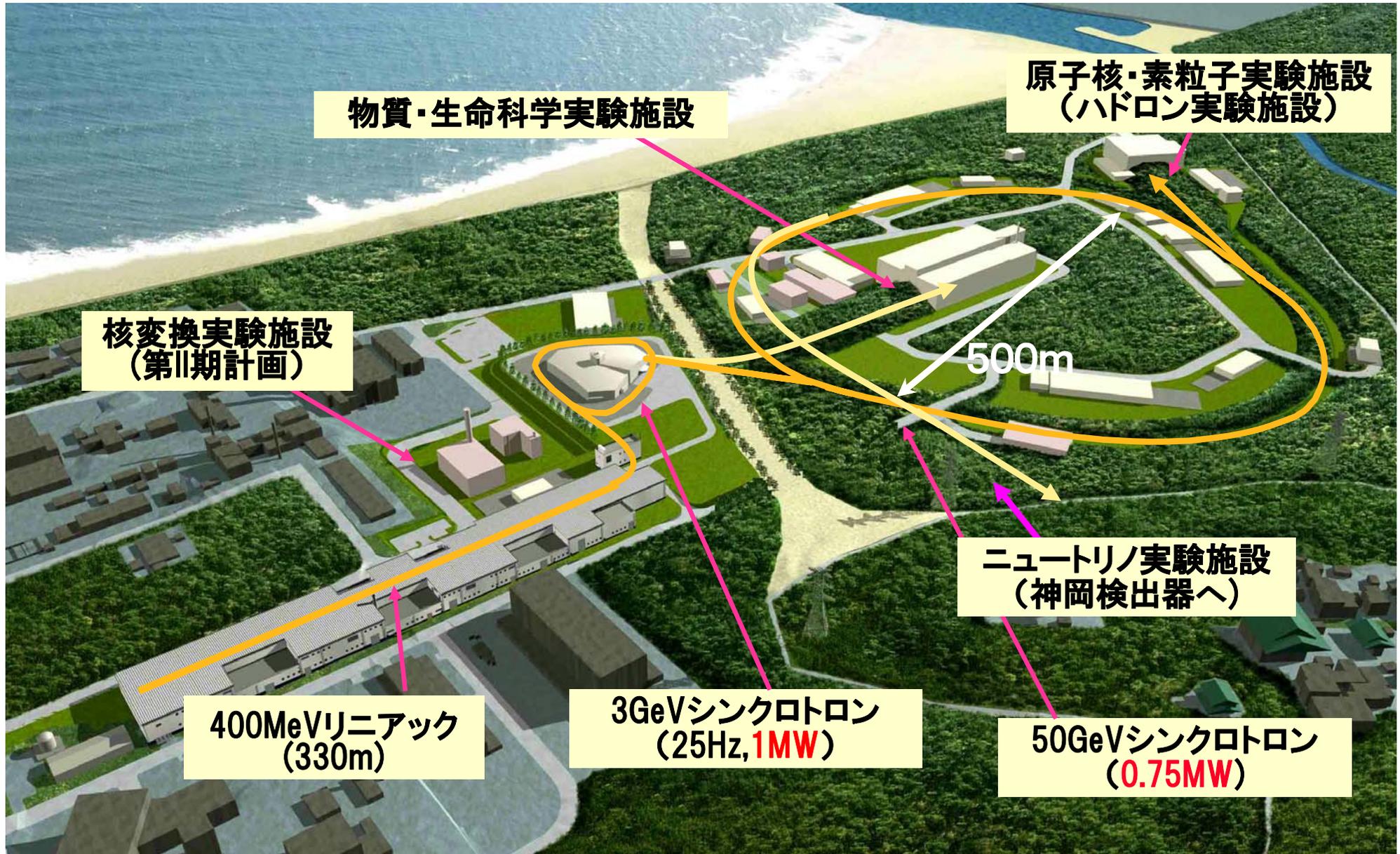




中性子産業利用の現状

茨城県 企画部
林 真琴

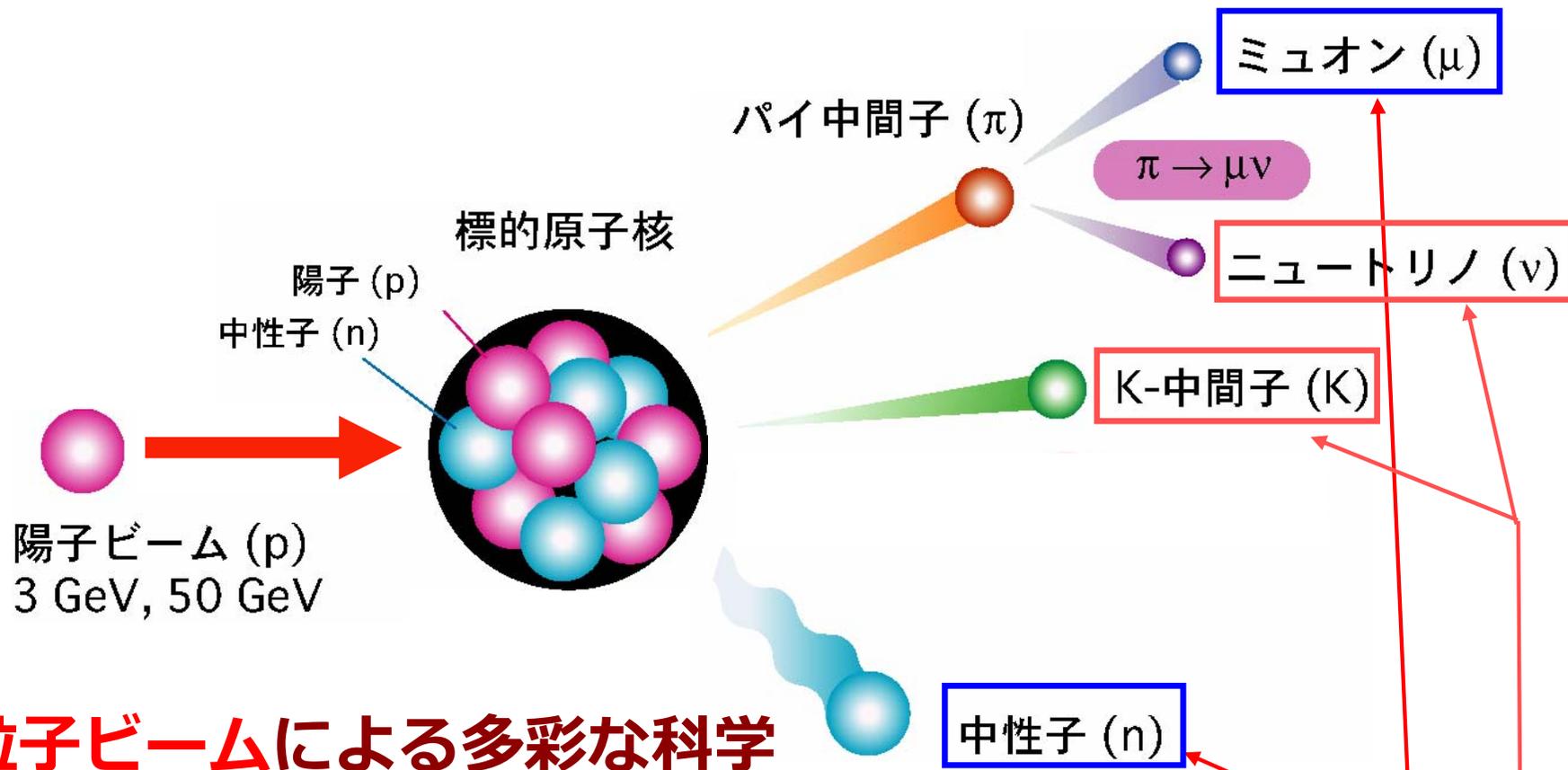
大強度陽子加速器施設



日本原子力研究開発機構 と高エネルギー加速器研究機構の共同事業

J-PARC計画の目指すもの

陽子を光速近くまで加速し、原子核と衝突させ、
二次粒子ビームを作る。



二次粒子ビームによる多彩な科学

世界最大パワーの
陽子ビーム

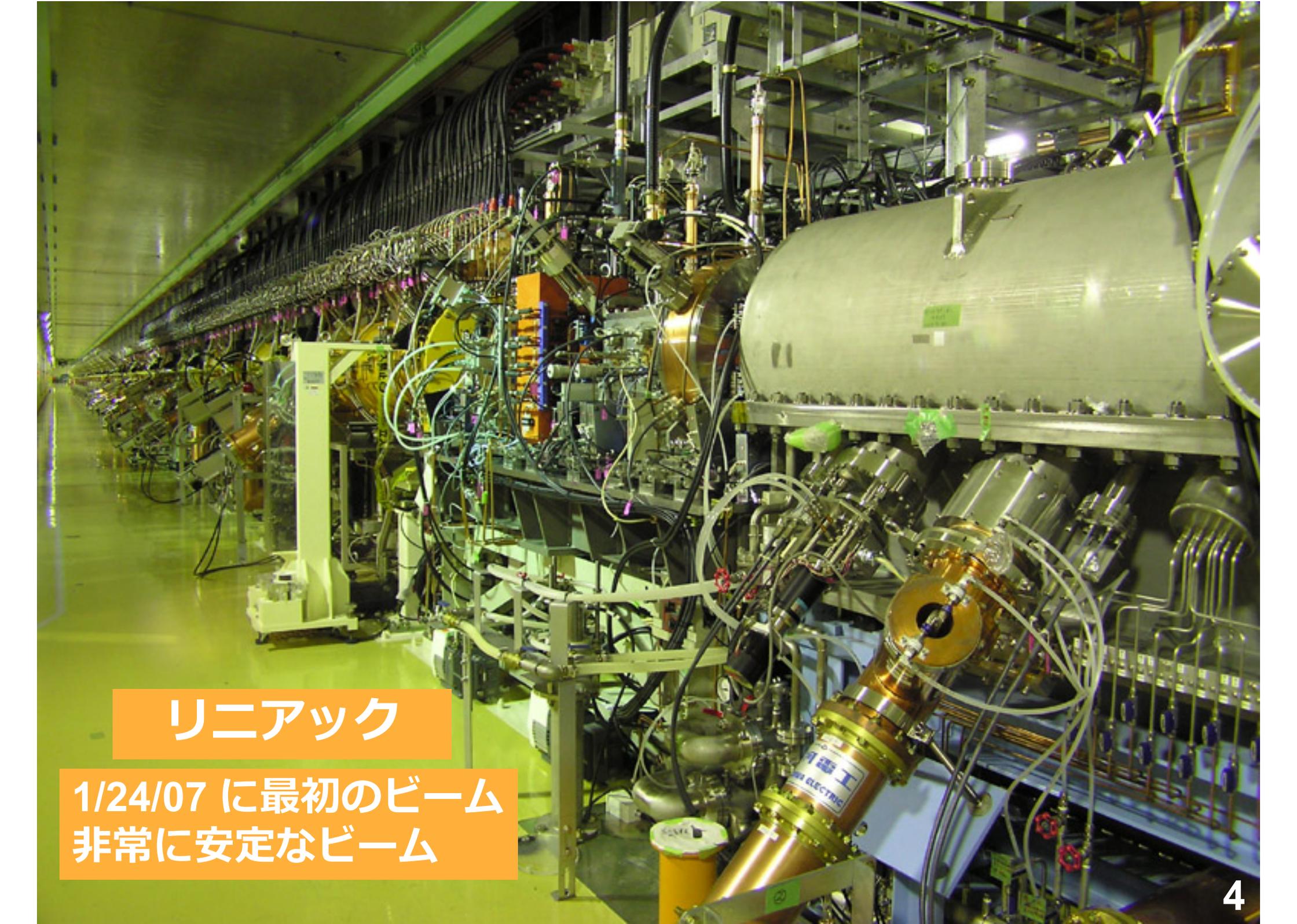
物質生命の科学
原子核素粒子の科学

J-PARC 施設
(KEK/JAEA共同)

加速器
の構成



Bird's eye photo in January of 2008



リニアック

1/24/07 に最初のビーム
非常に安定なビーム



3 GeV シンクロトロン

10/31/07 最初のビーム
2008年2月末に 50 kW
(パルスあたり 5kW、
25Hz では 130kW)



50 GeV シンクロトロン

2008年5月にビーム試験開始

物質・生命科学実験施設

物質の構造や
機能の研究

発生した中性子を測定装置に
導くビームライン（23本）

中性子散乱実験施設

ミュオン実験施設

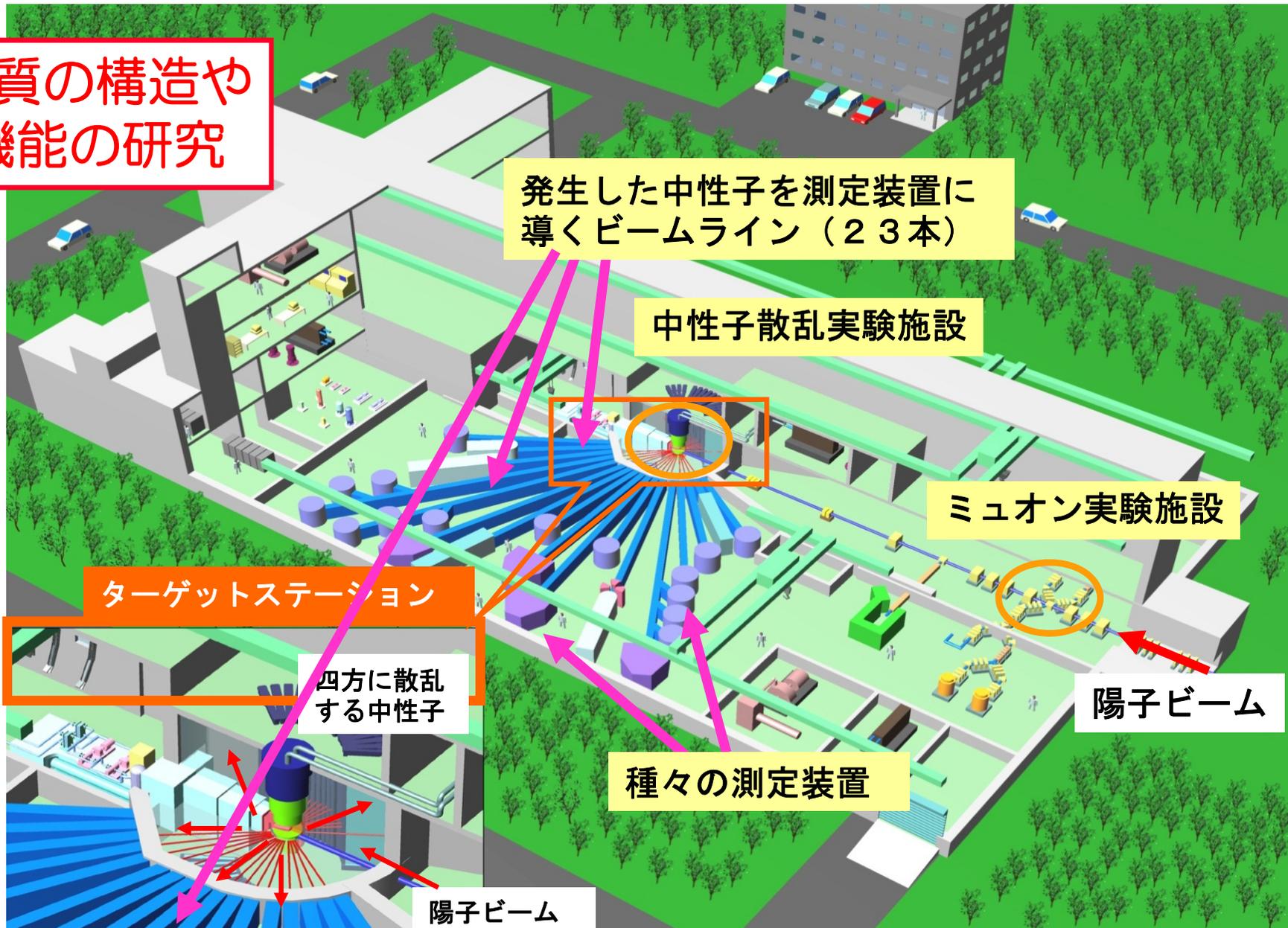
ターゲットステーション

四方に散乱
する中性子

陽子ビーム

種々の測定装置

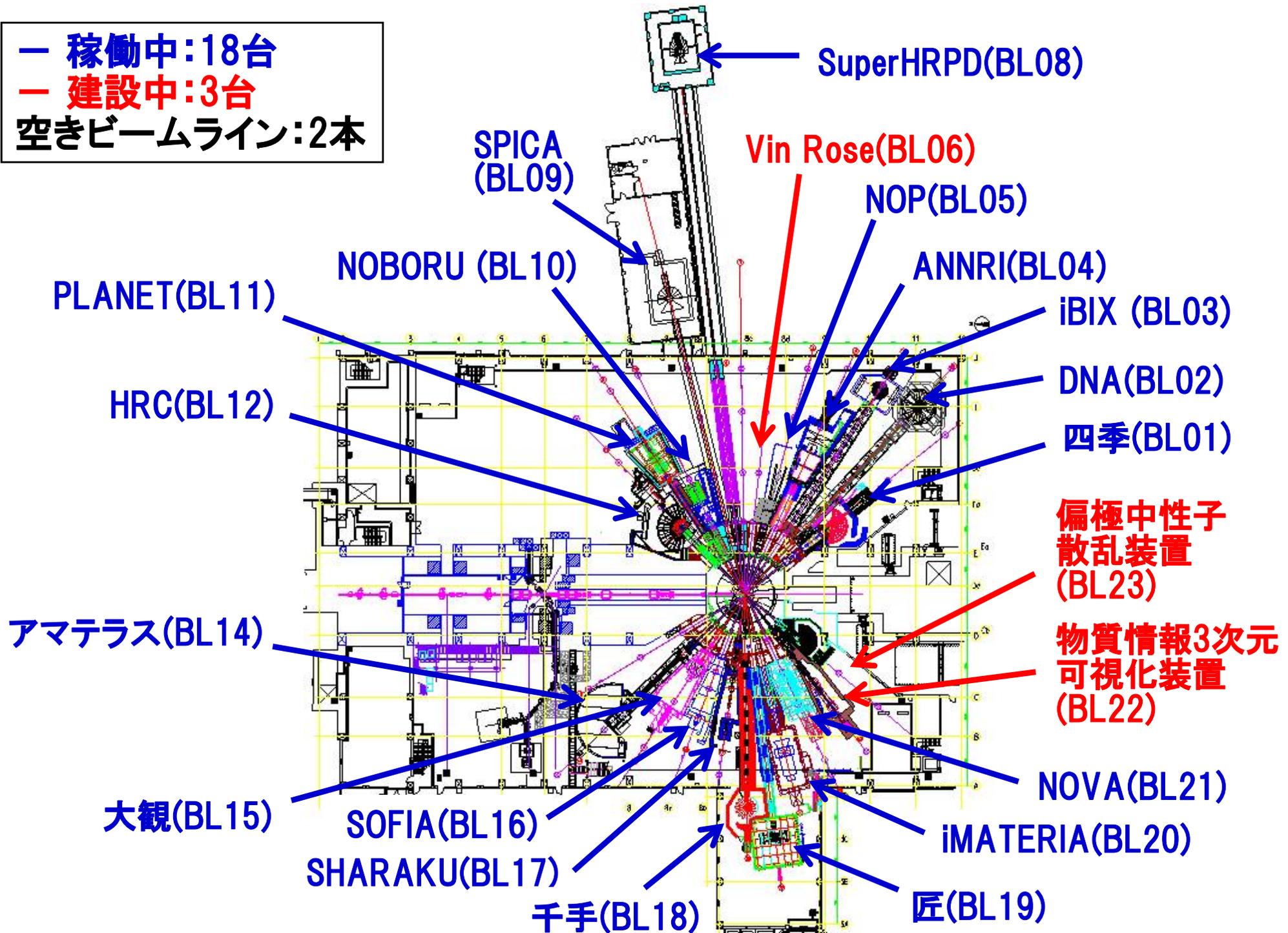
陽子ビーム



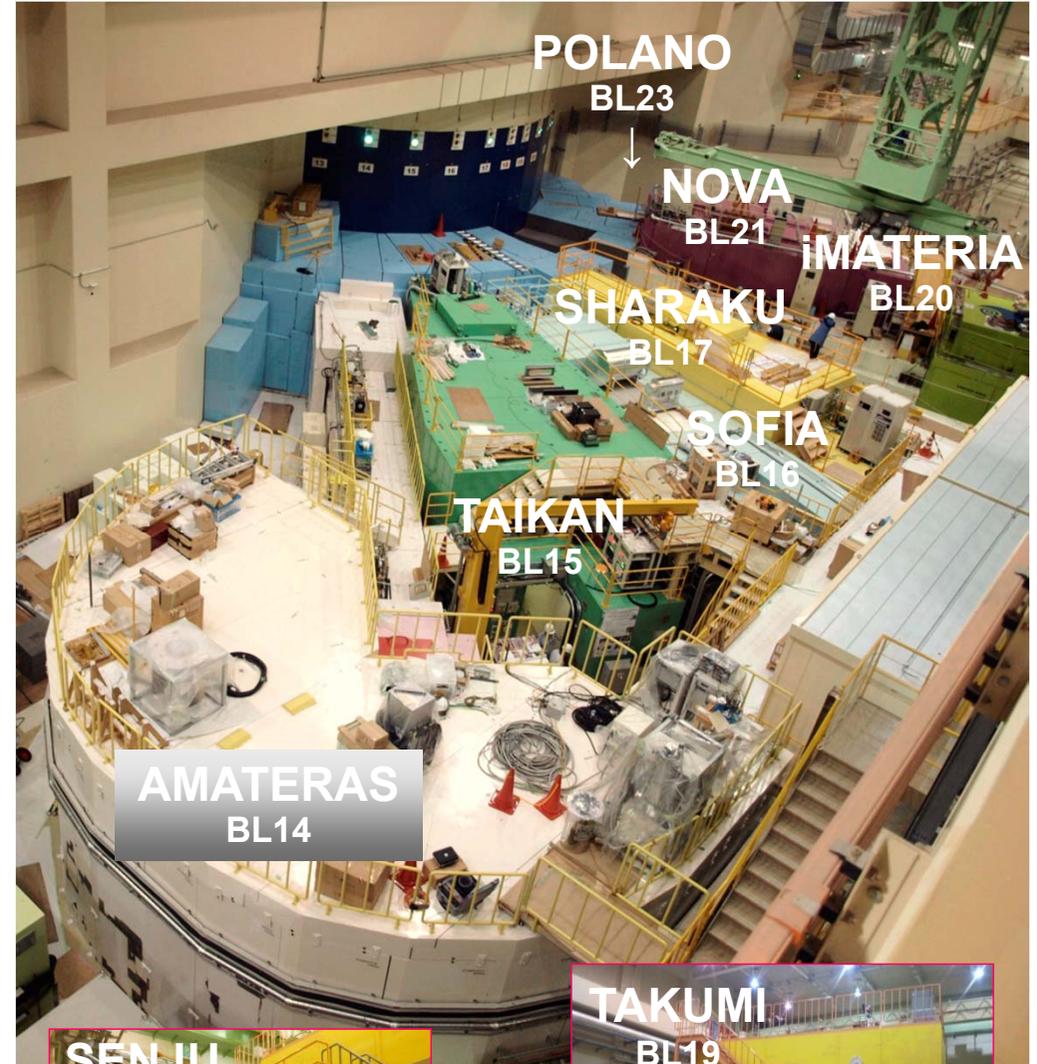
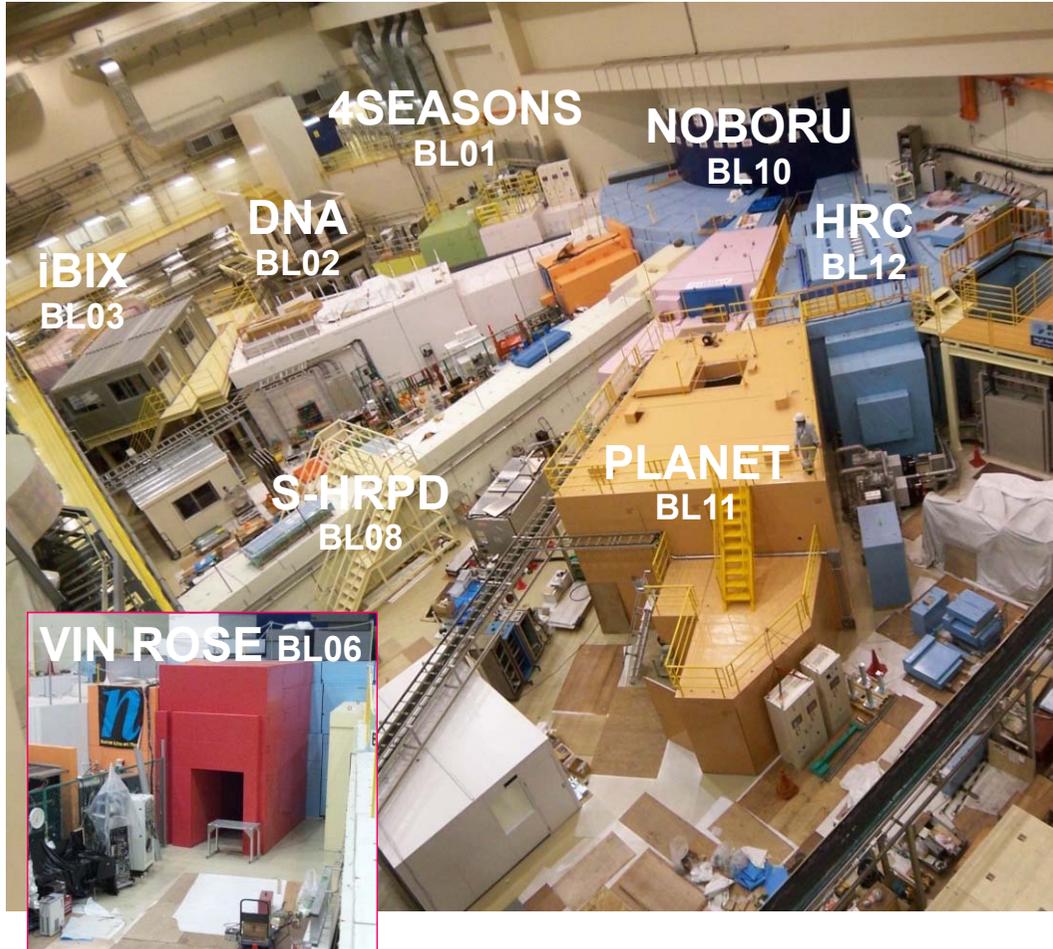
中性子実験装置の配置

H26年9月現在

稼働中:18台
建設中:3台
空きビームライン:2本



J-PARC/MLF実験室の現状



第1実験ホール

第2実験ホール

中性子の産業応用事例

中性子の特徴

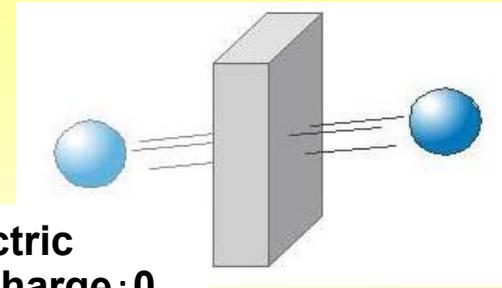
m

質量あり $m=1.675 \times 10^{-27}$
kg

N

電荷なし

透過性が大きい 非破壊探索子



S

スピン1/2を持つ

偏極中性子ビーム

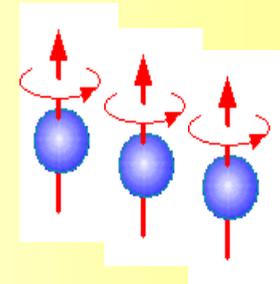
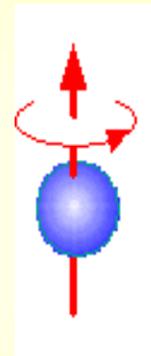
核整列

M

磁気モーメントがある

$\mu_n = -1.913 \text{ mN}$

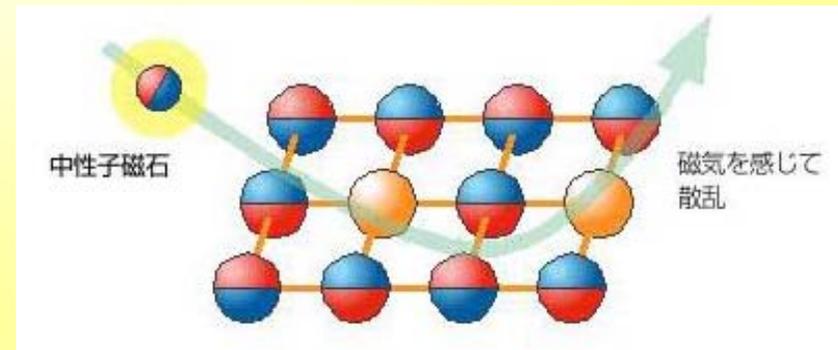
マイクロ磁気構造、磁性の
揺らぎ、磁性材料の開発



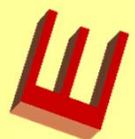
R

核反応する

即発 γ 線分析、検出器

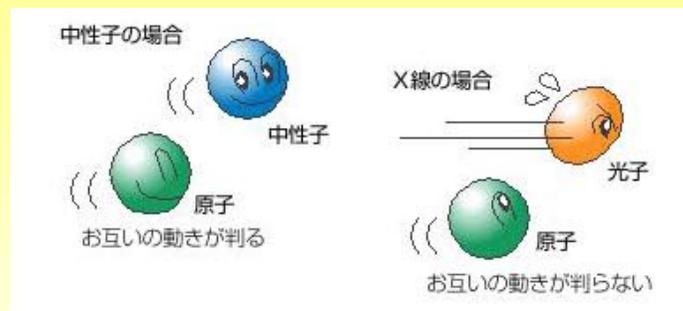


中性子の特徴



**熱中性子エネルギーは
固体素励起と同程度**

分子振動、**格子振動モード**、
原子運動力学



波長は原子間隔と同程度

構造に敏感、結晶構造と原子配置
 $10^{-11} \sim 10^{-5} \text{m}$ の範囲の構造決定

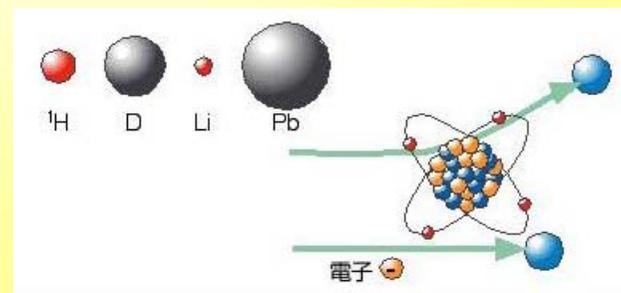


原子核を見る

軽原子に敏感(水素, Li)

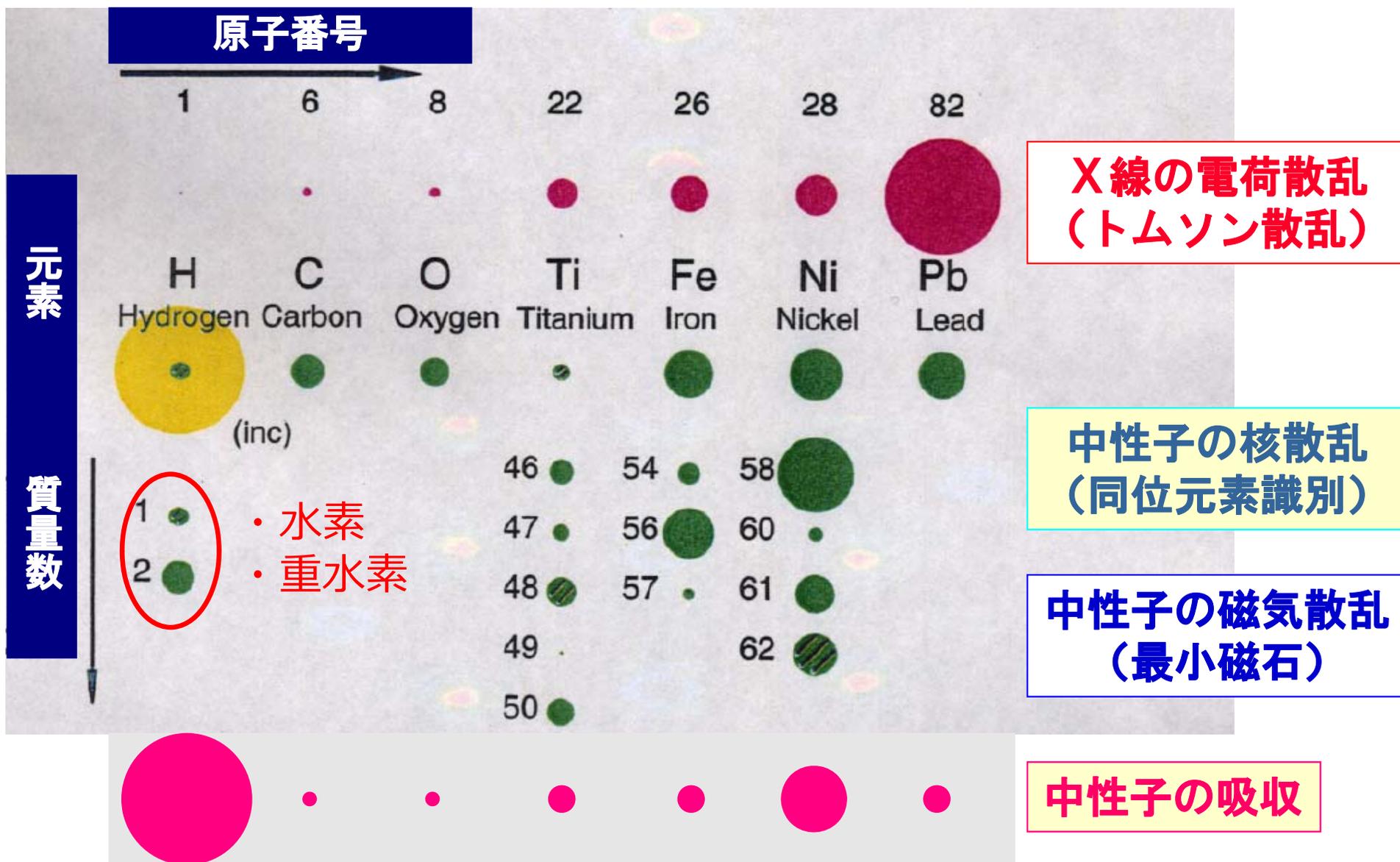
同位体の違いが分かる

コントラスト法により複雑な分子
構造の解明可能



元素別中性子の散乱・吸収能力

- ・ X線は電子で散乱（トムソン散乱）○原子番号の大きい原子に散乱されやすい
- ・ 中性子は原子核で散乱（核散乱）○軽元素識別 ○同位元素識別（水素と重水素）

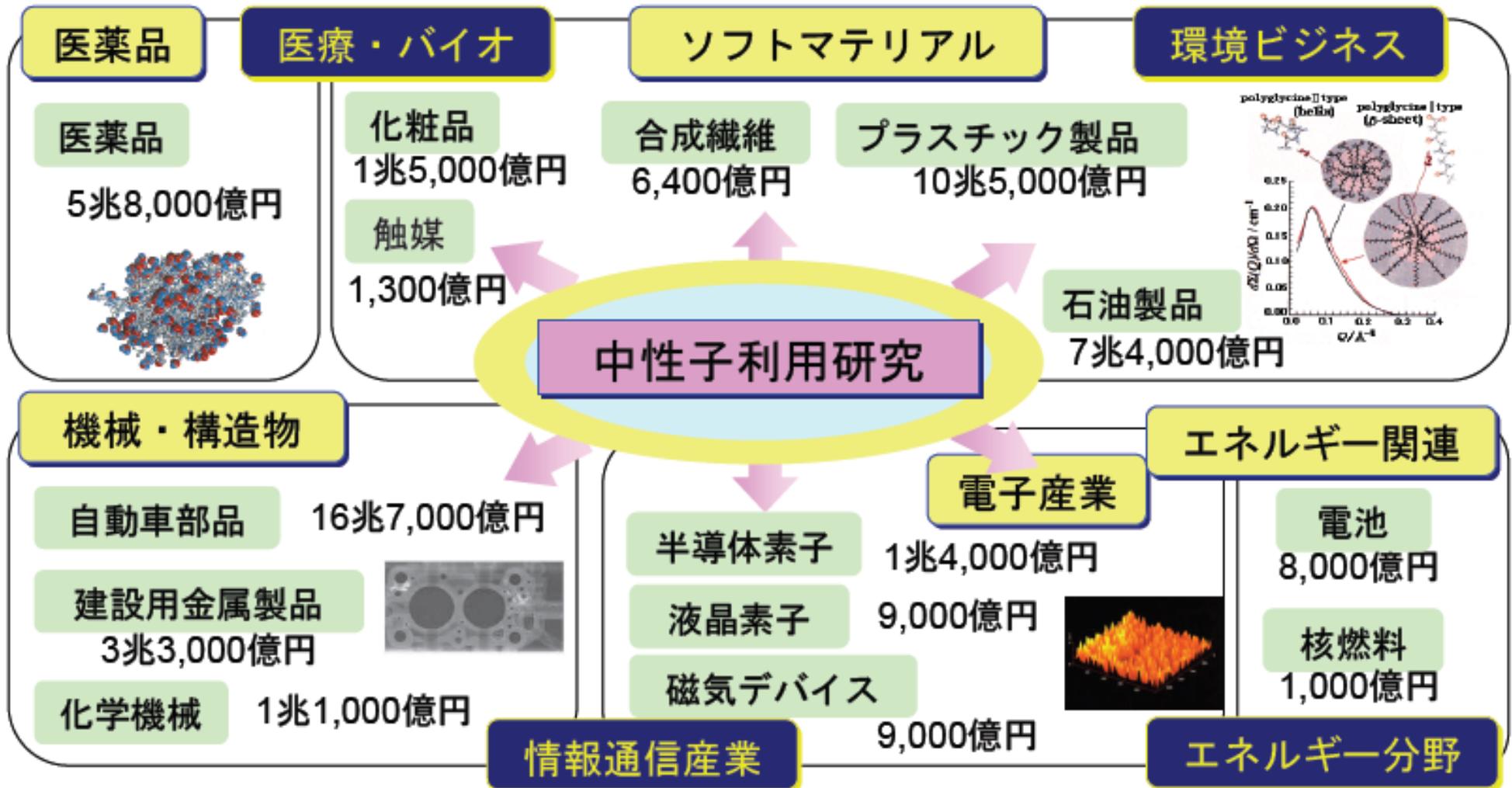


・ 水素による吸収は大きい ⇒ 水素と水の検出能力が大きい

産業における中性子の適用対象と技術

産業分野	適用対象	適用技術
電機・電器	MRAM, 光磁気ディスク 磁気記録ヘッド, 液晶	粉末回折, 偏極回折 反射率計
化学・繊維	ディスプレイ用機能性薄膜 高分子触媒, 機能性プラスチック, ゴム, 半導体素材, 高張力繊維	反射率計, 小角散乱 粉末回折, ドーピング
鉄鋼・金属	超高張力鋼, 燃料電池用水素貯蔵 容器, Ti-Al合金, 磁石	小角散乱, 偏極回折 残留応力, 集合組織
自動車・部品	エンジン, 燃料電池, 自動車部品	残留応力, 集合組織 粉末回折
重工・機械	発電プラント, 建設機械	残留応力, 集合組織
電力・ガス	発電プラント, 燃料電池	残留応力, 集合組織 粉末回折
建設・土木	コンクリート構造, 橋梁	ラジオグラフィ
製薬・食品 化粧品	薬品, 機能性食品, 機能性化粧品	単結晶構造解析 粉末回折

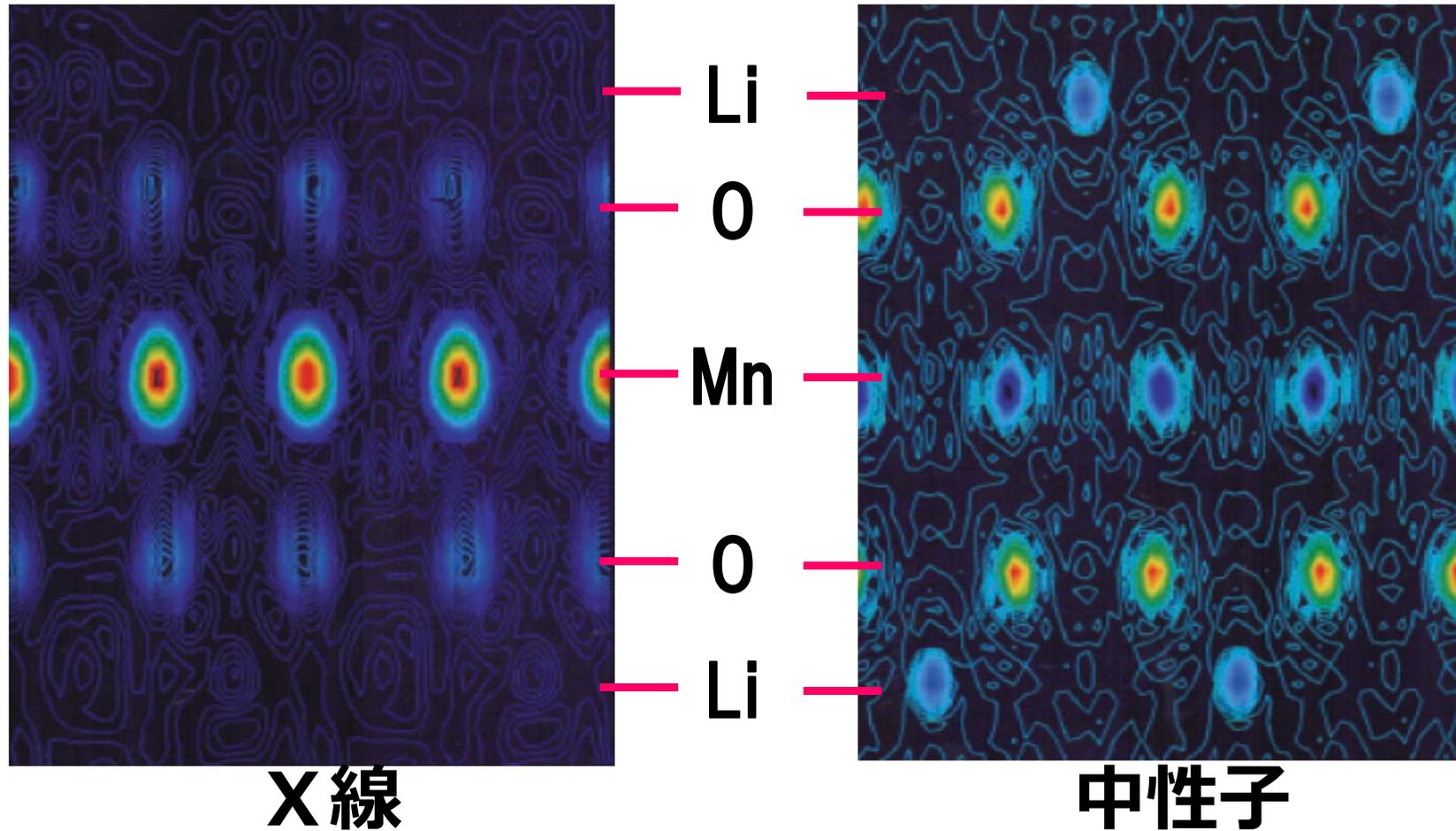
中性子の応用分野と市場規模



(三菱総研の調査結果)

市場規模: 52兆円 = GDPの約10%

中性子は軽元素に対して敏感



LiMn_2O_4 電池の結晶構造

X線では困難な水素やリチウムのような軽元素の位置と量を決定可能

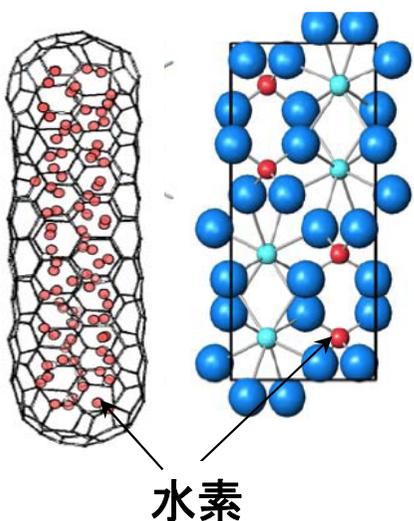
燃料電池構成材料の開発

燃料電池3大開発要素

- 水素供給源(大吸蔵量・低温活性・長寿命水素吸蔵材料)
- プロトン伝導膜(高伝導率・長寿命プロトン透過高分子膜)
- 生成水除去(高排水能力)

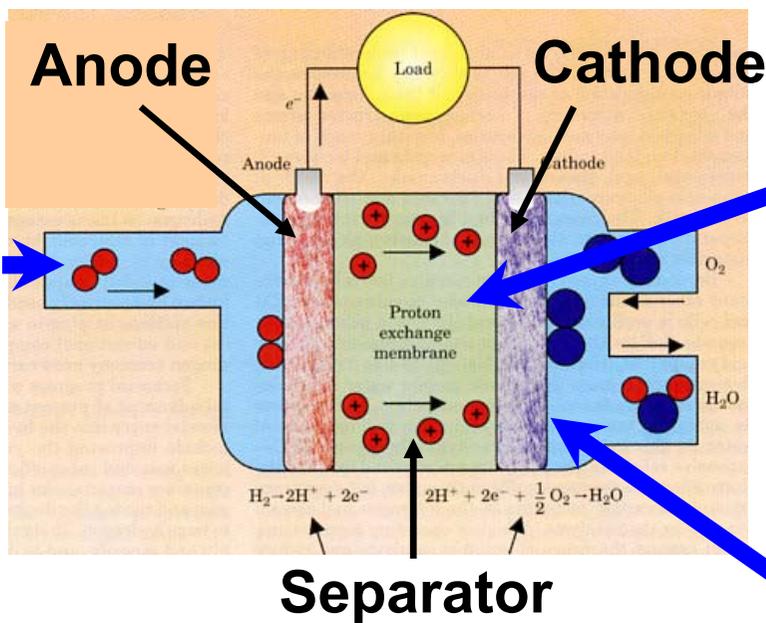
カーボン
ナノチューブ

NaAlH₄
合金



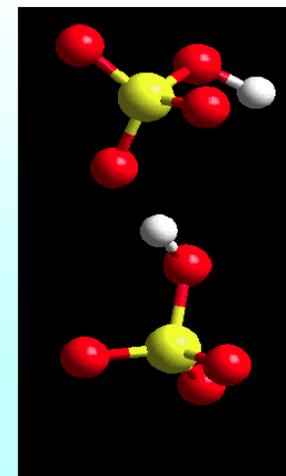
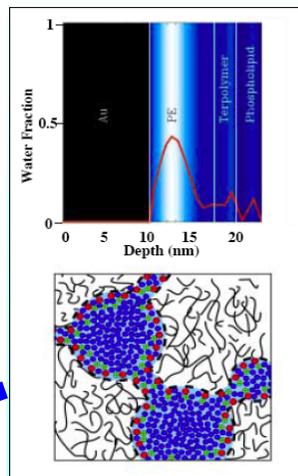
水素吸蔵材料の開発
(チョッパー型非弾性散乱装置)

水素

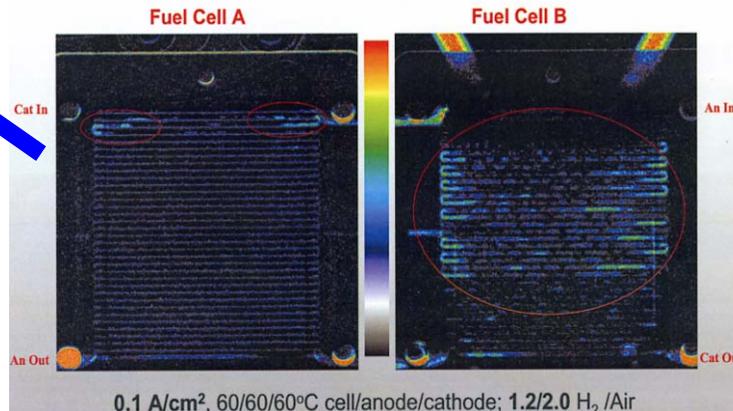


水素燃料電池の構造

貴金属や稀少金属レス
の電極材料の開発



高分子膜透過機構
解明と材料開発
(反射率計・高分解能構造
解析装置・ナノ構造解析装置)



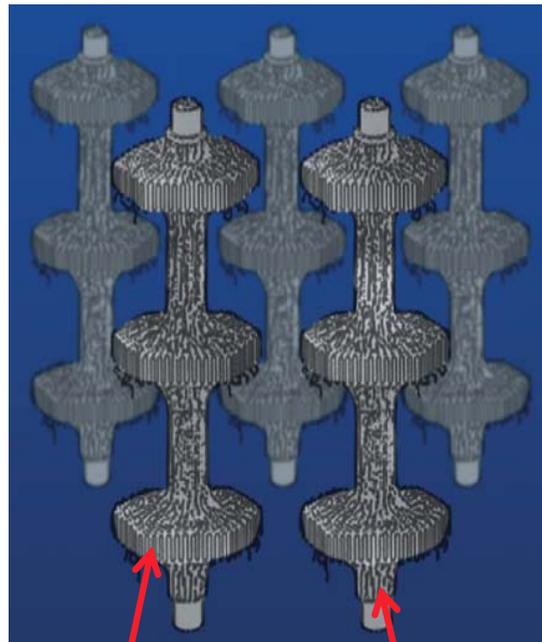
生成水のその場観察
(中性子ラジオグラフィ)

超高強度高分子材料の開発

村瀬(東洋紡), 金谷(京大化研)

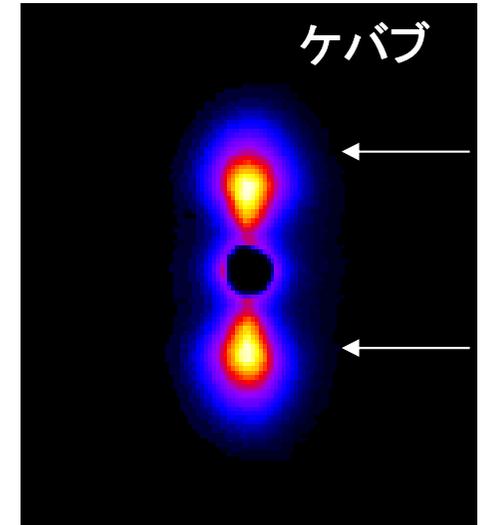
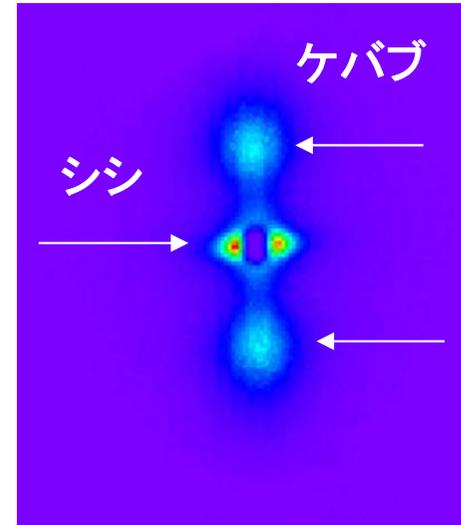
ピアノ線の8倍の強度を有する
ポリエチレン繊維

商品名「ダイニーマ」



ケバブ:
折り畳み鎖
ラメラ結晶

シシ:
伸張鎖結晶



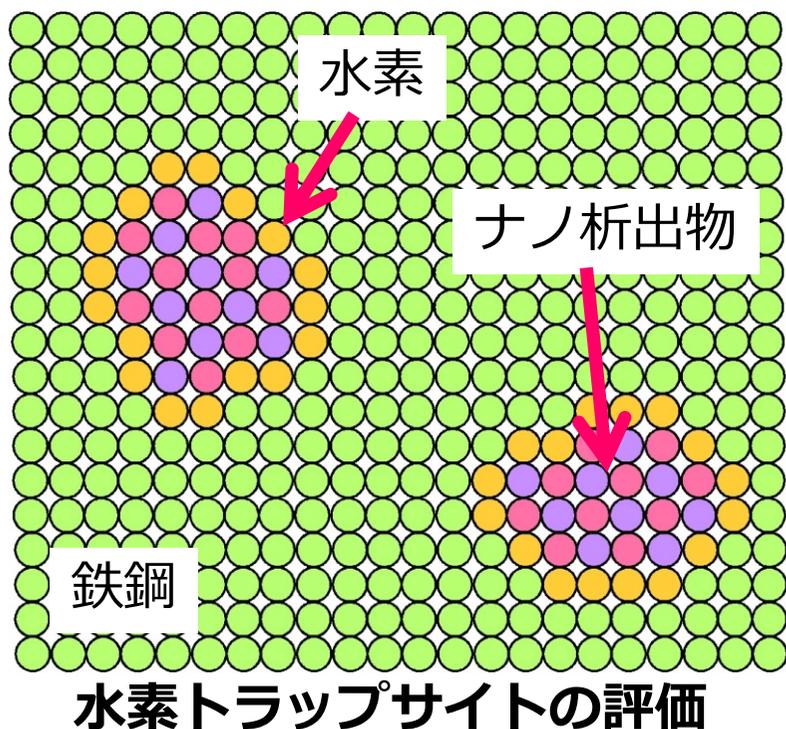
繊維の構造に由来する小角散乱回折
パターン:(左)中性子, (右)X線

小角散乱データを解析して
得られた繊維の構造

→ 「シシ・ケバブ」
構造の秘密 !!

超高張力鋼板の開発(水素脆性)

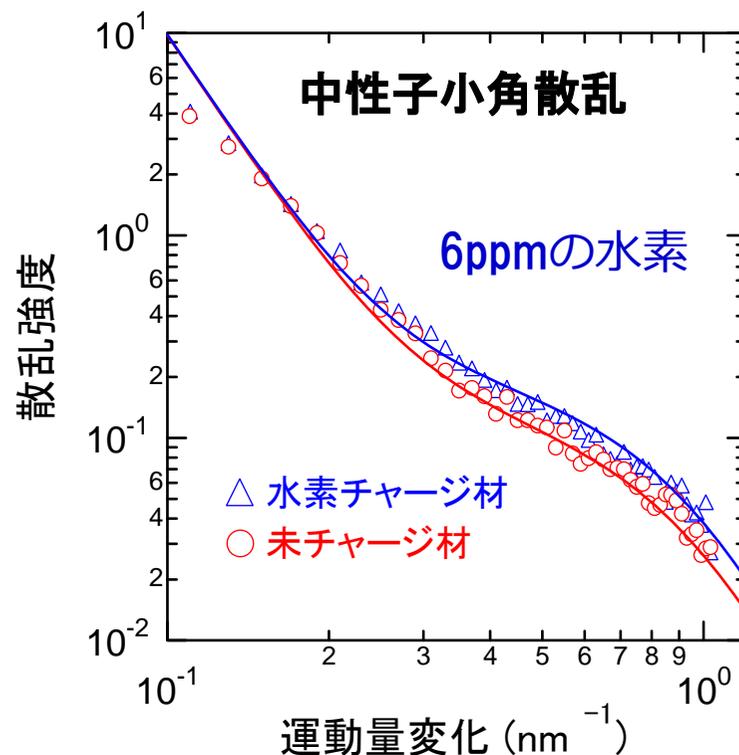
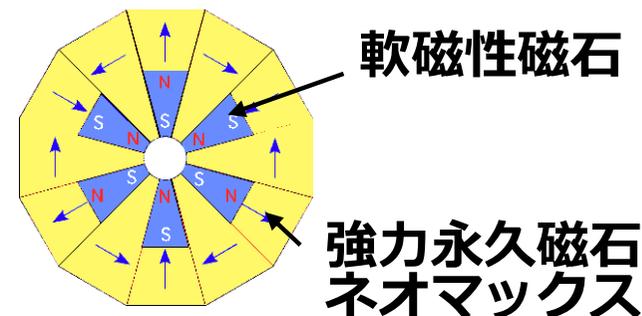
ナノ析出物形成による
自動車用鋼板の高強度化と
水素トラップ挙動の解明



NbCの平均構造決定
直径=5.2nm
厚み=2.1nm

The image shows a 3D schematic of a disk-shaped NbC nanoprecipitate with a diameter of 5.2 nm and a thickness of 2.1 nm.

中性子集光用「磁気レンズ」



産発プロジェクト/日本鉄鋼協会
「中性子利用鉄鋼評価技術の基礎検討」
(茨城大・物材機構・JAEA)

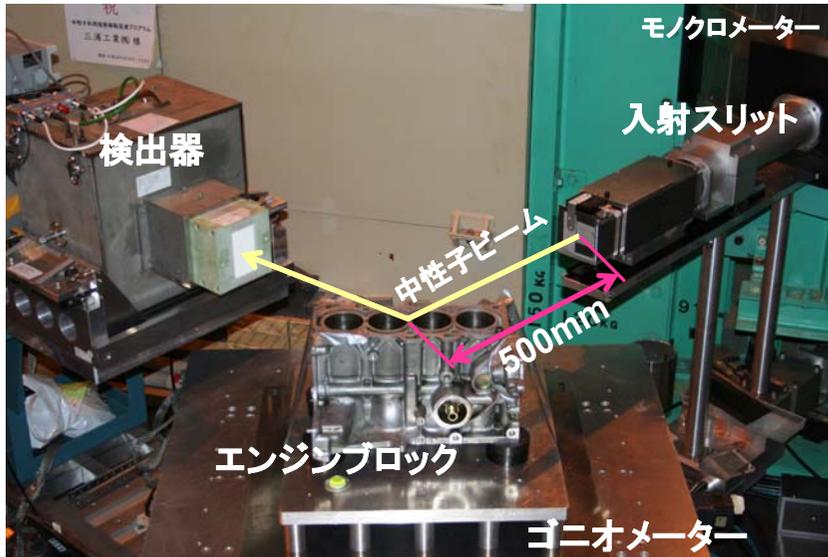
円盤状NbC表面への水素のトラップを確認
ナノ炭化物(NbC)による水素トラップ

アルミ合金製エンジンブロックの残留応力測定

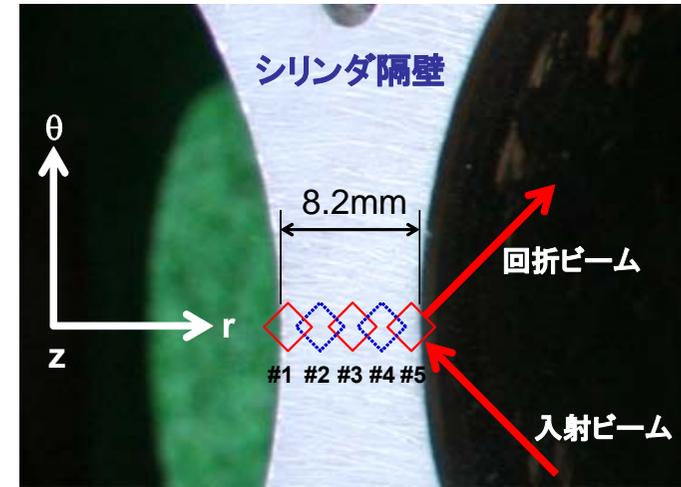
目的: 粗大結晶で、集合組織が強いアルミ合金の残留応力測定技術の確立



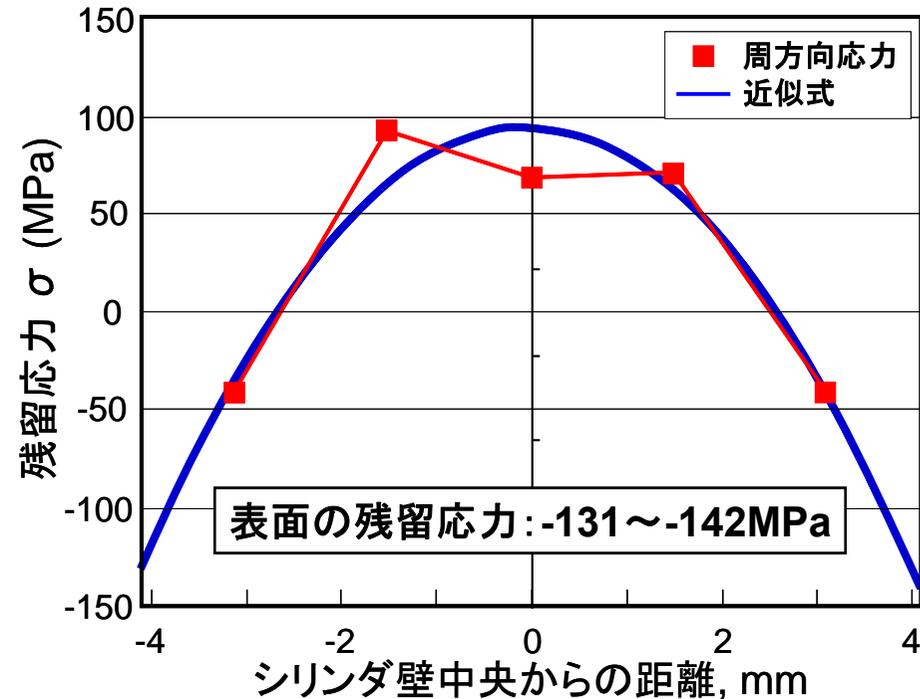
1500cc級エンジンブロック



残留ひずみの測定状況

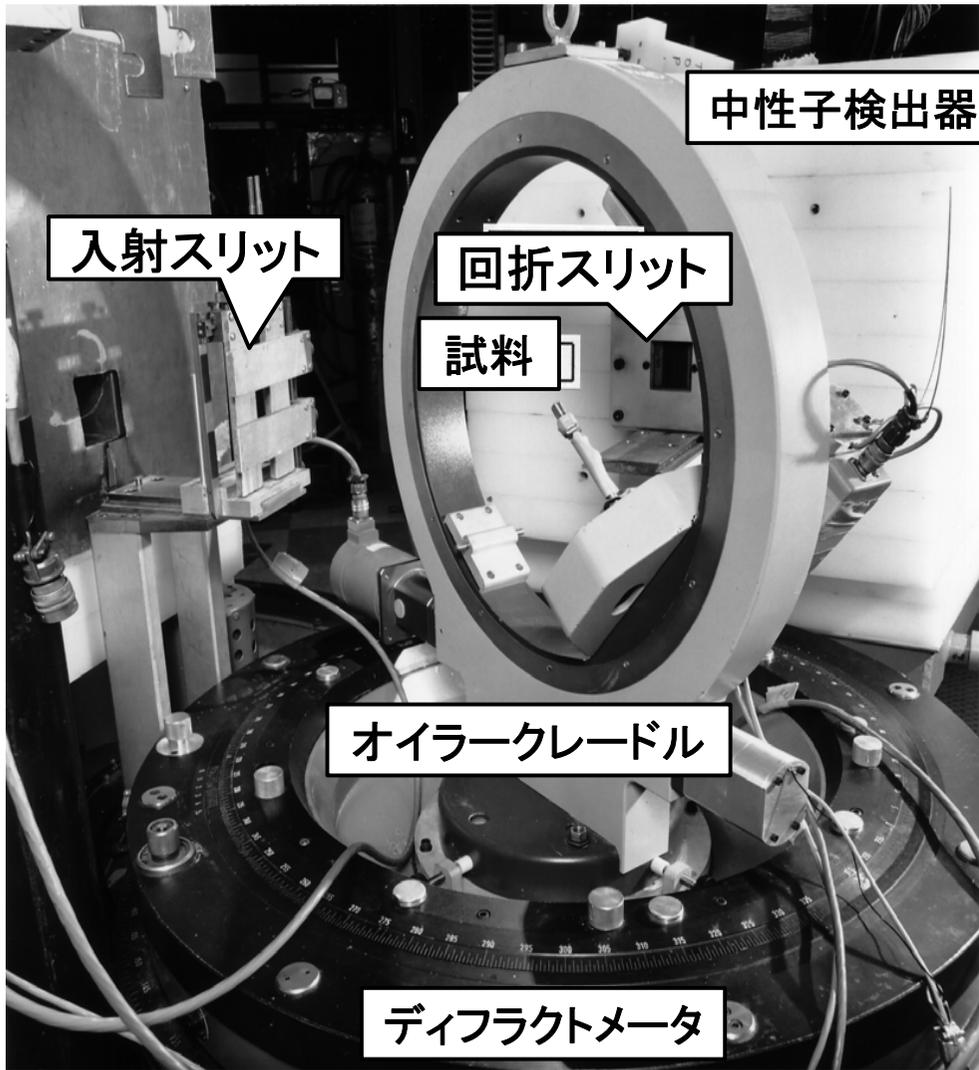


r, θ 方向ひずみの測定領域



入射側縦方向ラジアルコリメータの開発と試料揺動法により実現

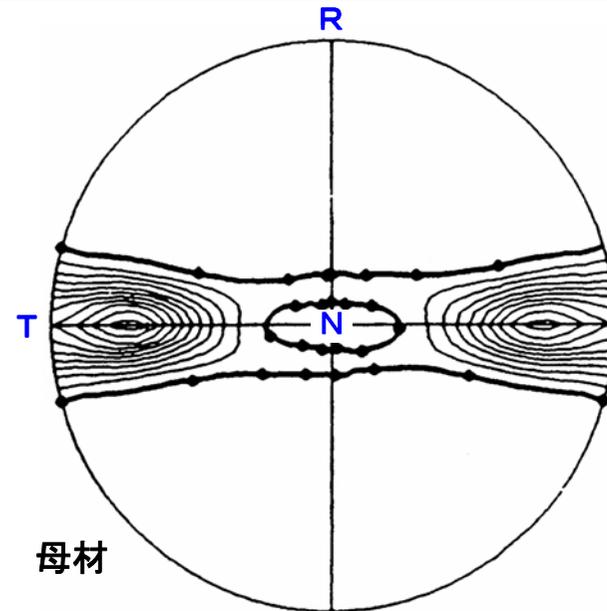
集合組織の測定



大きいスリットで試料全体を照射し
透過法により短時間で測定可能



集合組織測定試料と試料ホルダ



方位密度: 1xランダム方位

Zr-2.5%Nb合金板溶接部の集合組織

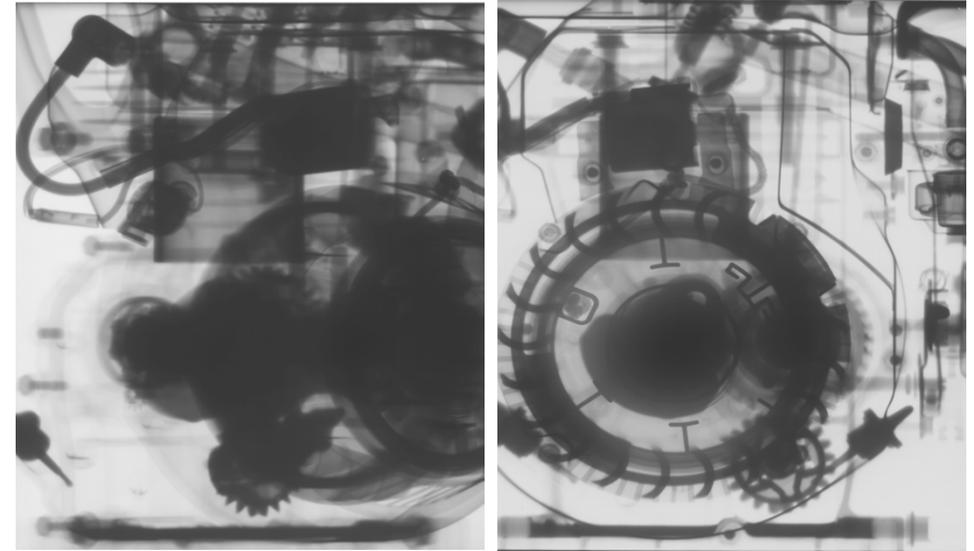
中性子ラジオグラフィによる非破壊検査

X線で確認困難な部分を中性子で確実に検査可能

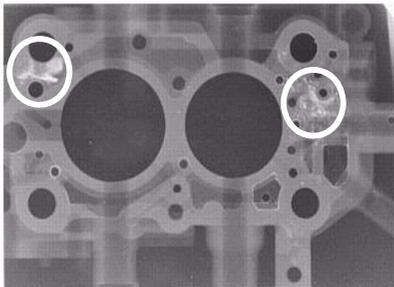
各 부품の動作状況, 潤滑油等の挙動が観察可能



中性子ラジオグラフィ装置

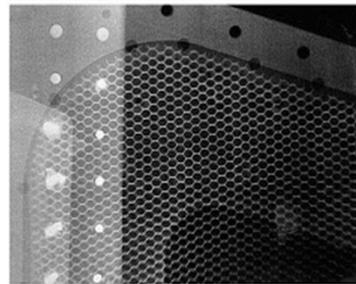
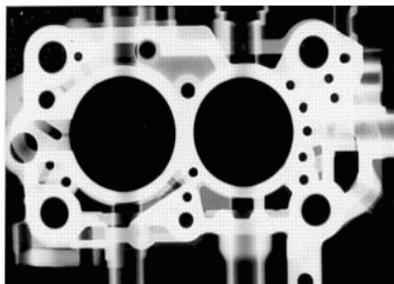


ひけ



腐食

中性子



X線

スーパーチャージャー部品

航空機部品

OHV
エンジン



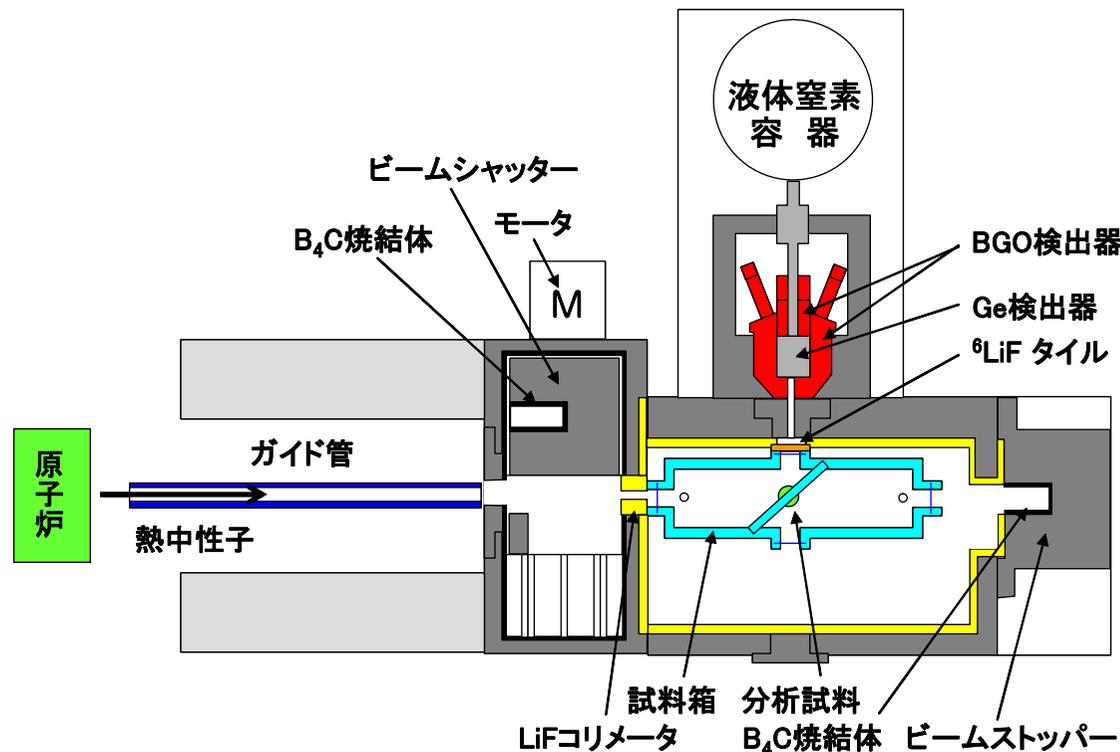
中性子即発 γ 線分析

中性子即発 γ 線分析

中性子を試料に照射すると、中性子は試料中の原子核と核反応を起こし、直ちに即発 γ 線を放出する。この γ 線を半導体検出器で測定して元素分析を行う

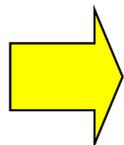
特徴

- 非破壊で**試料全体**の多元素分析が可能
- **H**を含む軽元素(**B, S, Si**等)の分析に有用
- 有害元素(**Cd, Hg**)の分析に有用
- 比較的誘導放射能が少ない > **放射能の減衰を待つて持出し可能**

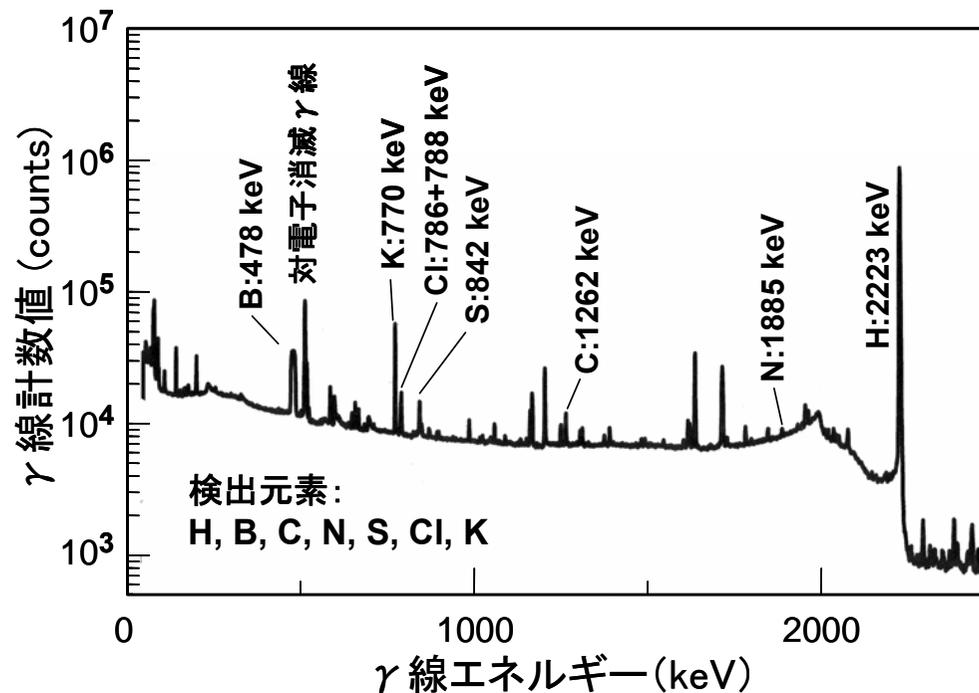


JRR-3ガイドホール
の
即発 γ 線分析装置

即発 γ 線分析による農産物の産地同定



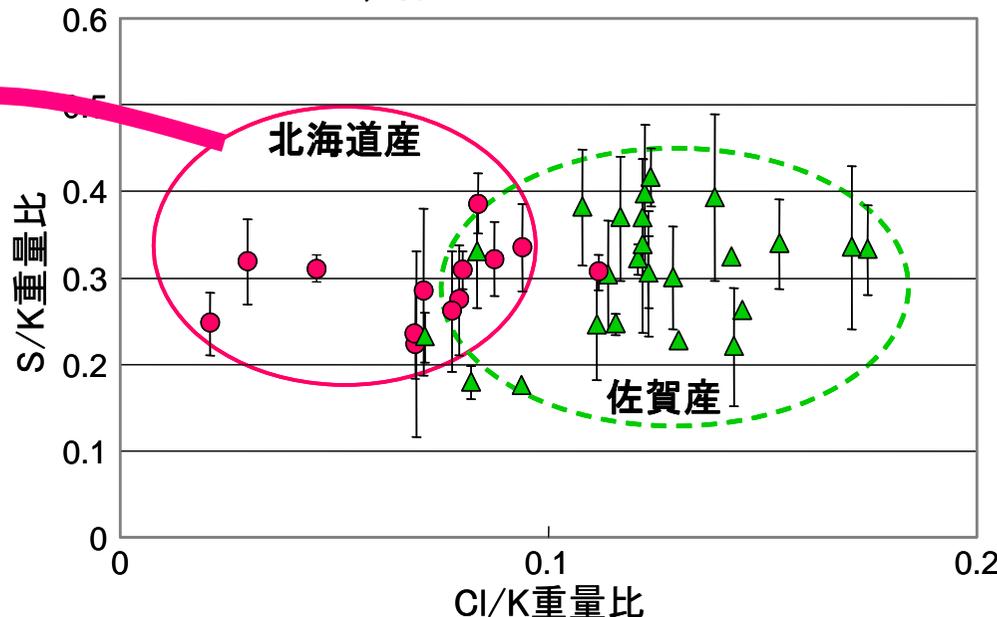
タマネギの可食部位を均一化・乾燥し測定試料を作製



食の**安全保障**,
ブランド品種の
知的財産権保護
に**不可欠**



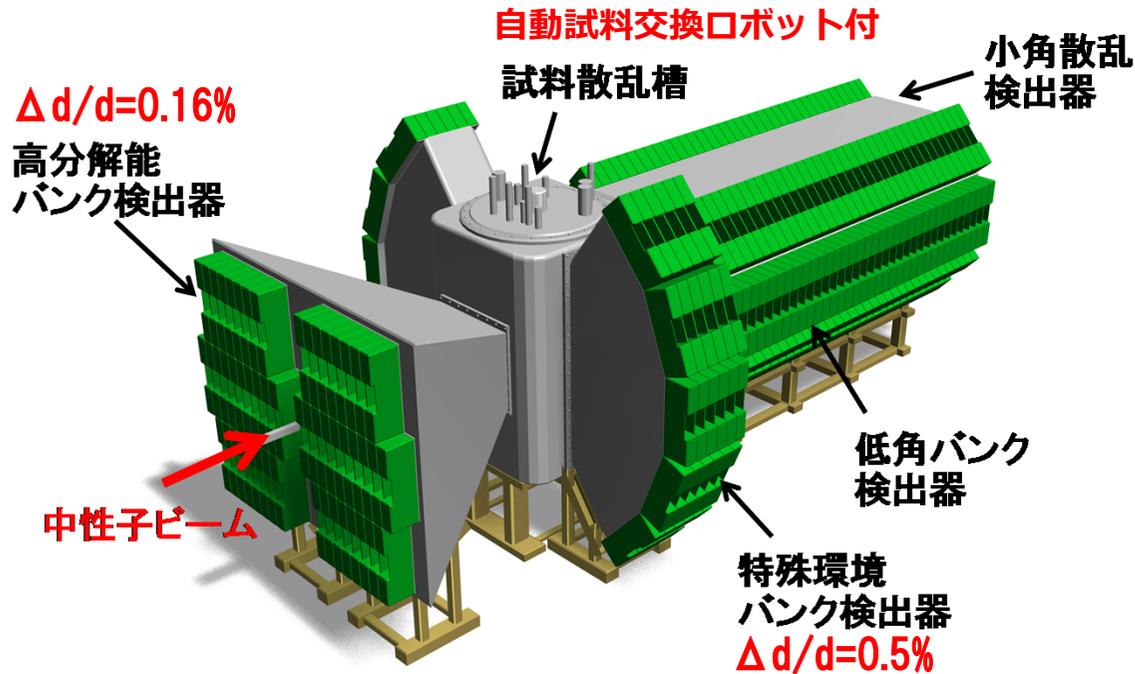
多変量解析により
北海道産と佐賀産
を弁別可能



タマネギの元素濃度分布(S/K vs. Cl/K重量比)

茨城県の中性子産業応用 に向けての取組み

材料構造解析装置(iMATERIA)



結晶構造を高精度に解析して高付加価値材料開発のDSCサイクルに活用

- ・高性能燃料電池の開発
- ・水素吸蔵材料の開発
- ・大容量小型Liイオン電池材料
- ・高温超伝導材料の開発

- ・各種周辺機器を整備
- ・集合組織解析ソフトを開発中

約1,500本の ^3He 検出器を配置し、短時間での測定が可能
全検出器を4箇所バンクに配置済み

200kW運転時には天然 LiCoO_2 試料を30分程度で測定可能

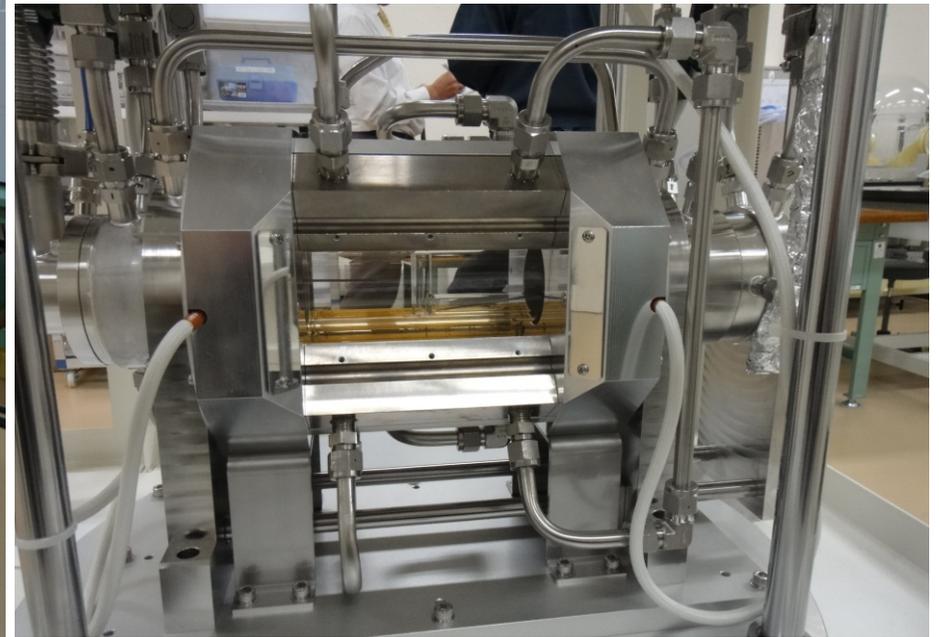
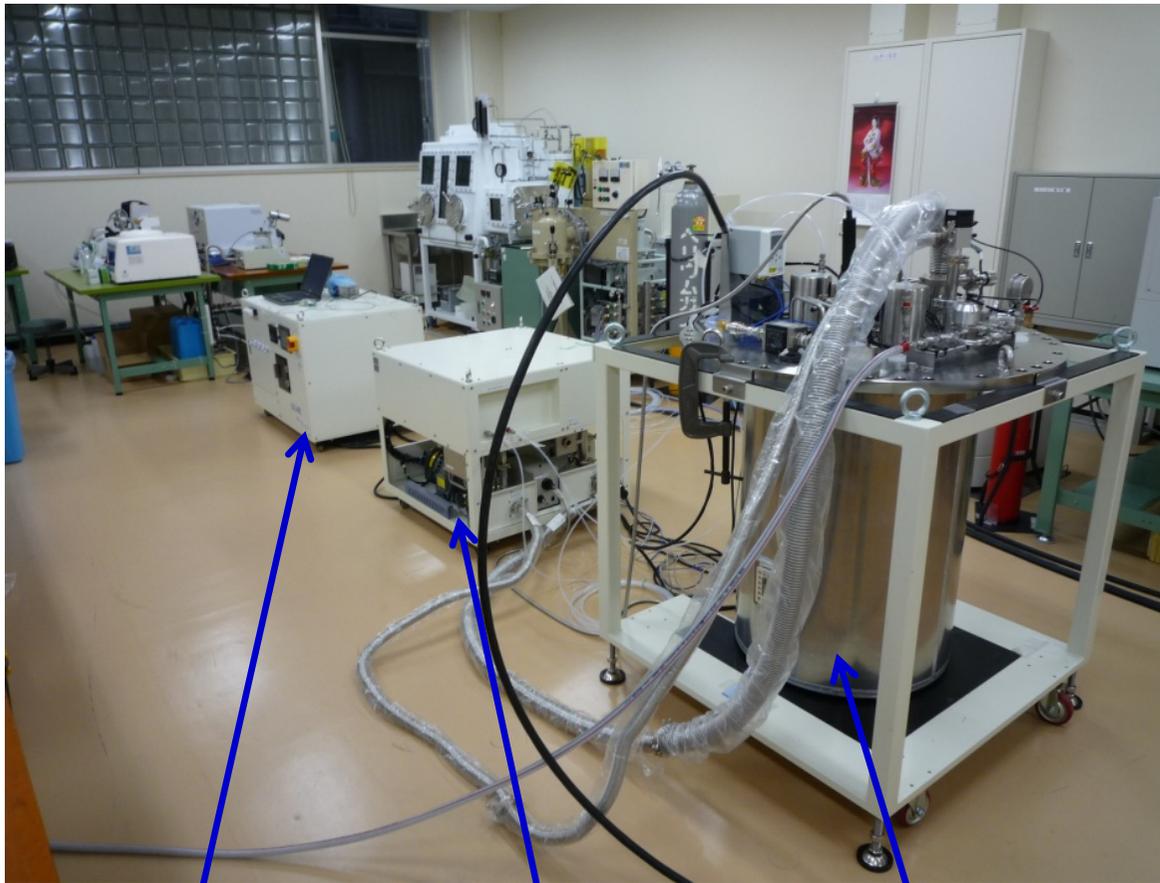
高分解能バンク検出器

低角バンク検出器

高温水素雰囲気炉

稀少元素レス・フリー磁石の開発
(元素戦略に先行して態勢準備)
新規触媒の開発

最高常用温度: 1000°C
昇温速度: 10°C/min
雰囲気: Ar, N₂, H₂, 空気
ガス圧力: 0.15MPa
流量: 200cc/min



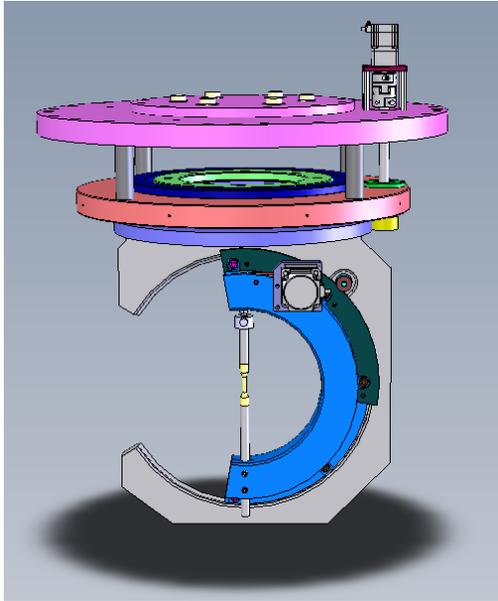
動作制御系

ガス制御系

雰囲気炉

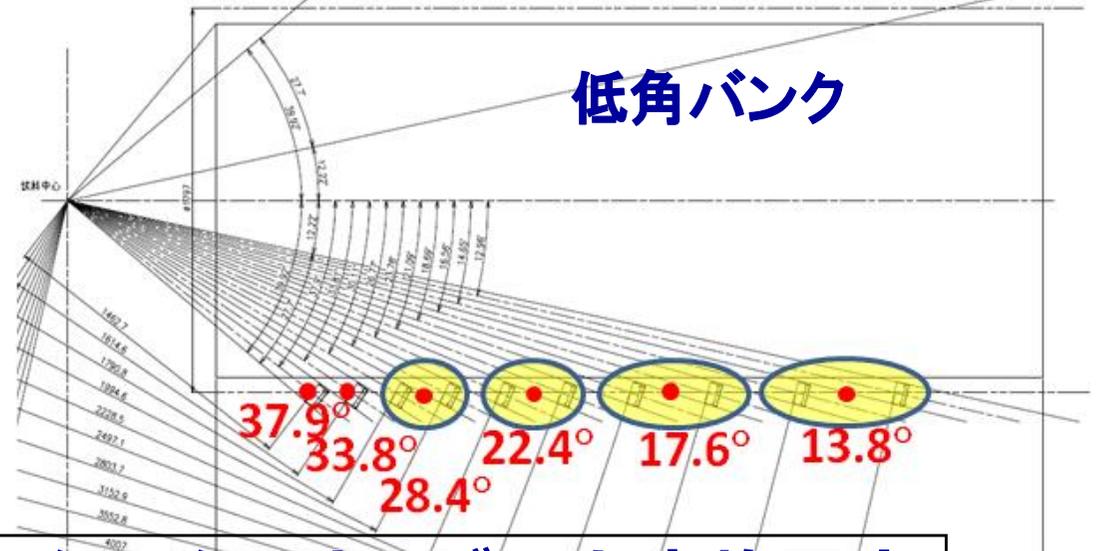
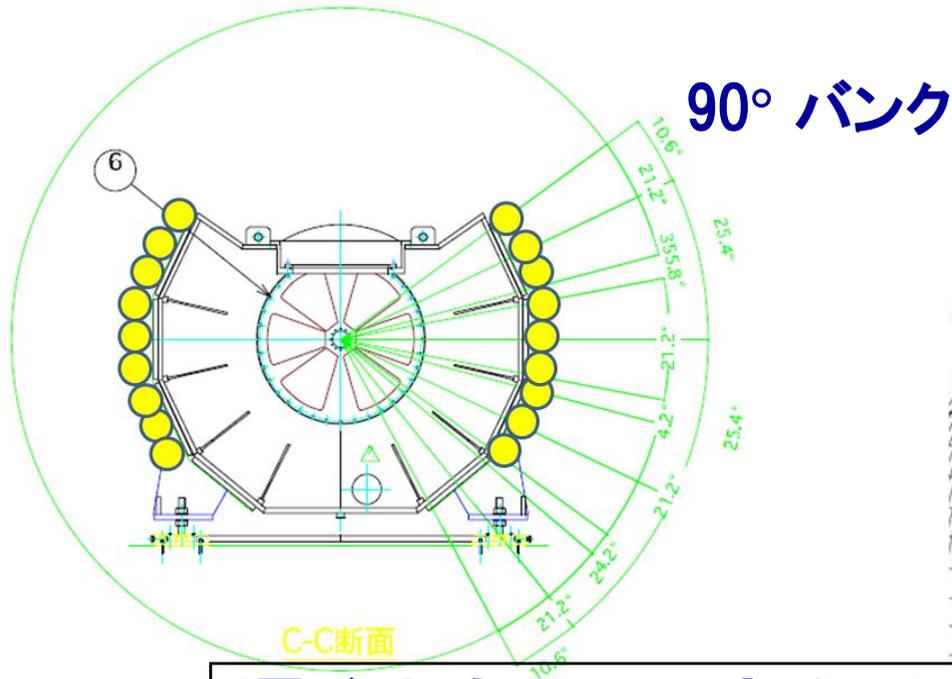
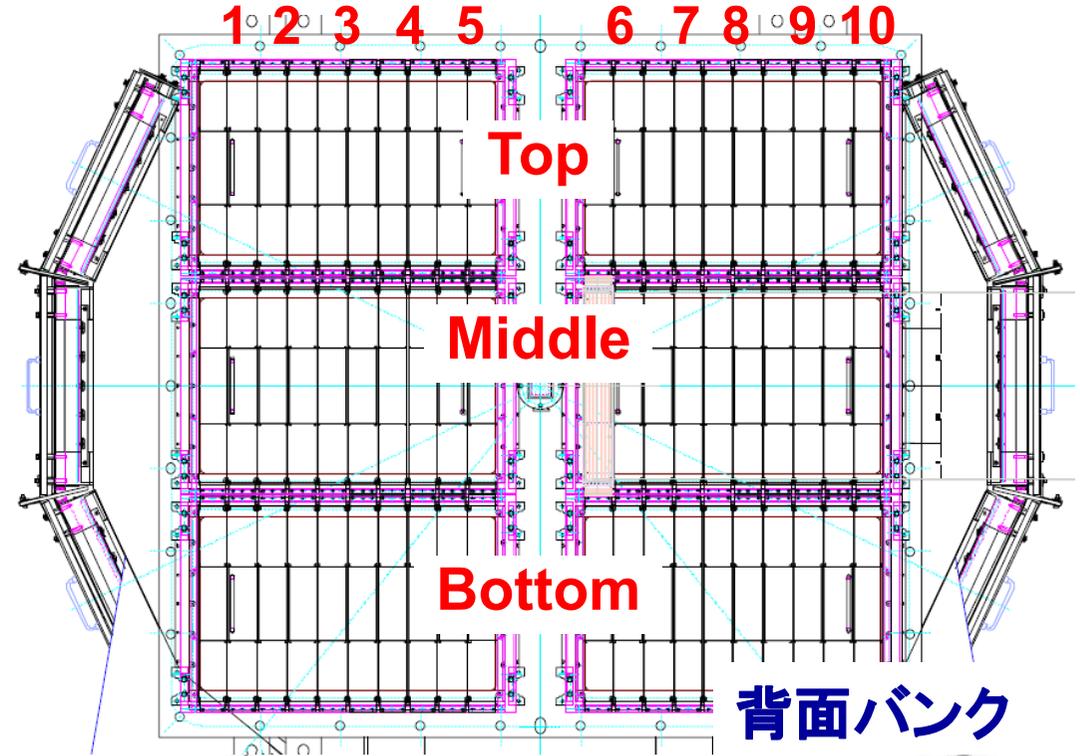
水平型の炉中心部

3つの検出器バンクによる集合組織の測定



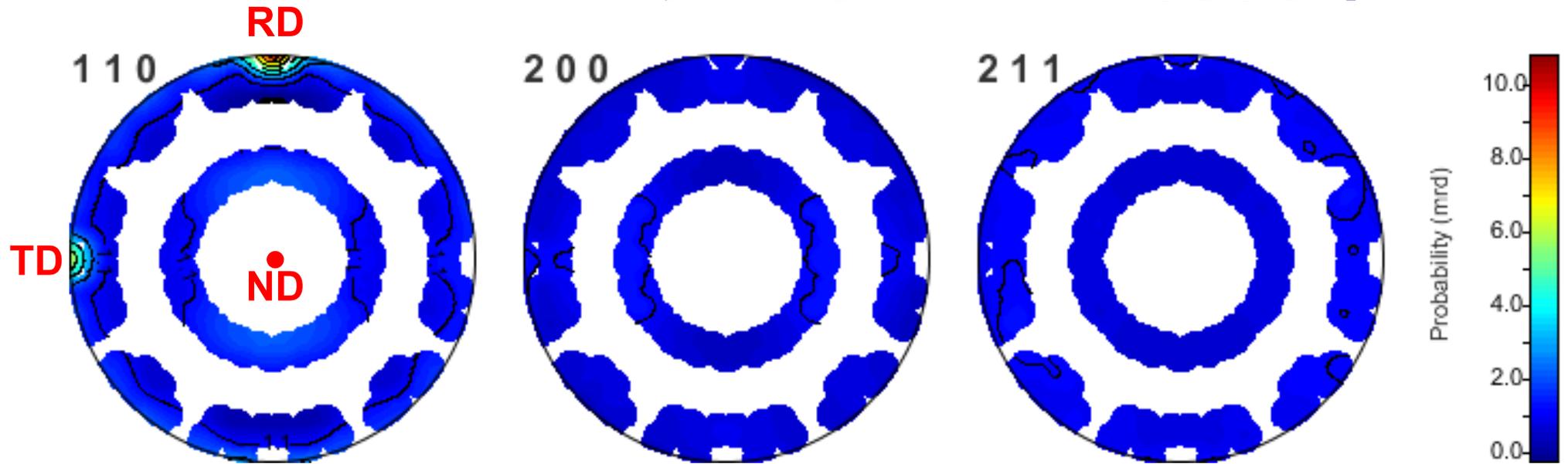
ゴニオメータ

引張-圧縮負荷機能あり。
2014年に950°C高温炉を整備

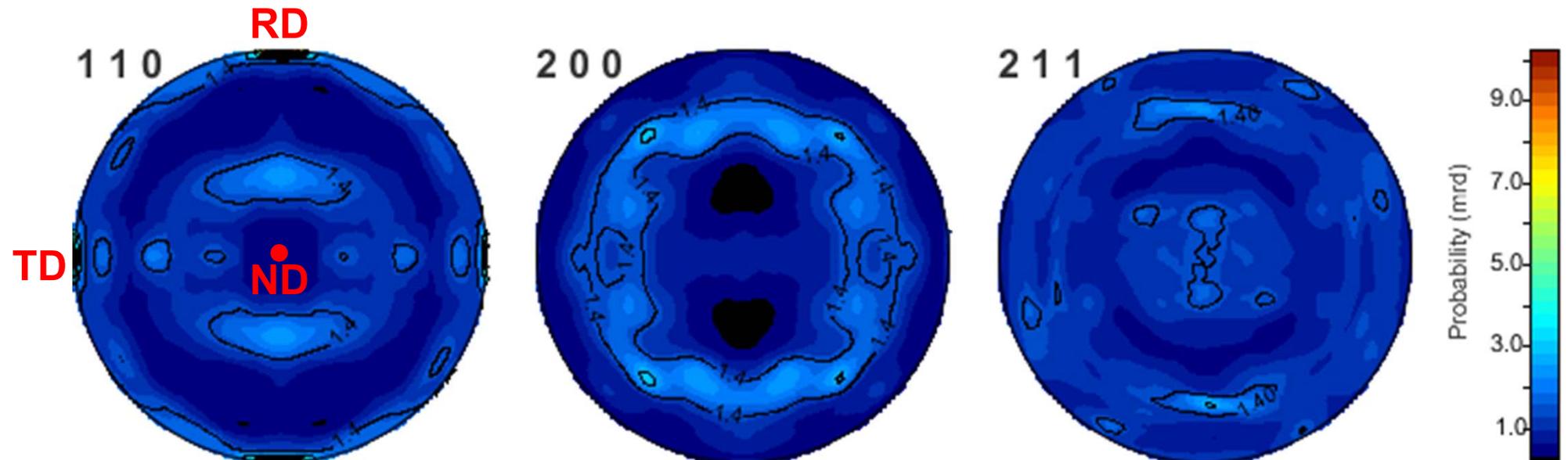


遅くとも2015Aからメールインサービスを実施予定

MAUDによる完全極点図の再構築

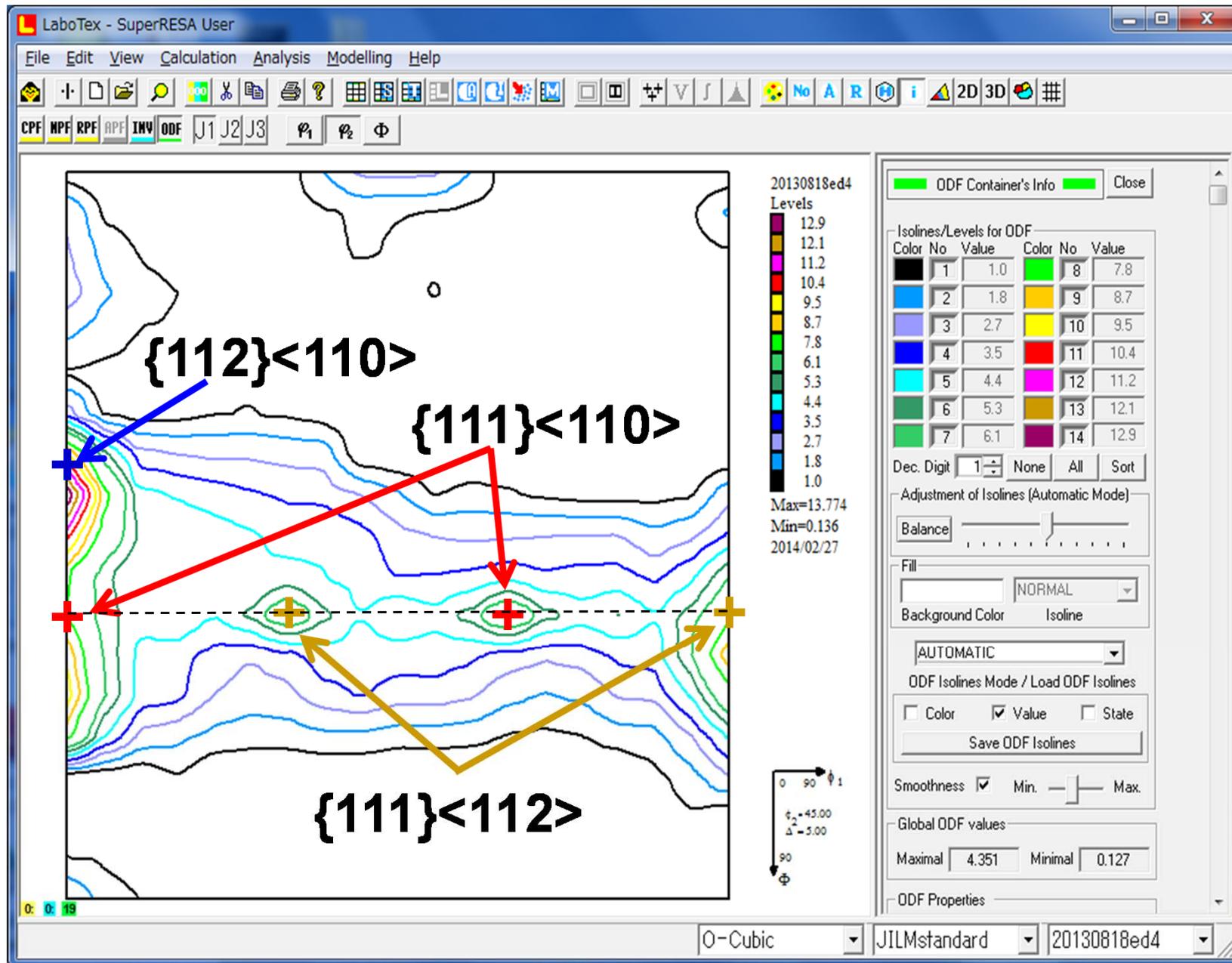


30領域分割データによる部分極点図



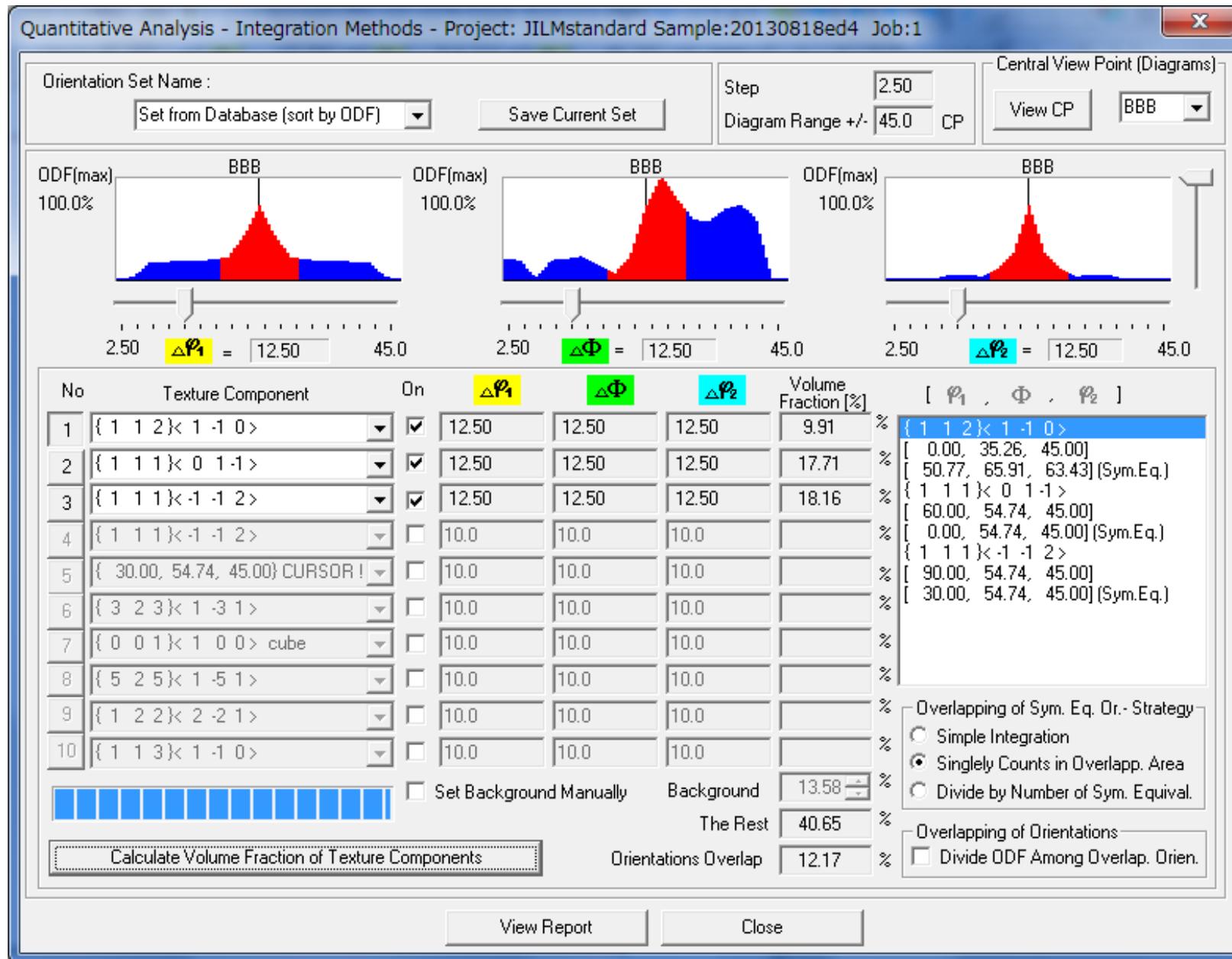
MAUDにより非測定領域を保管した全極点図

結晶方位分布関数(ODF:Orientation Distribution Function)



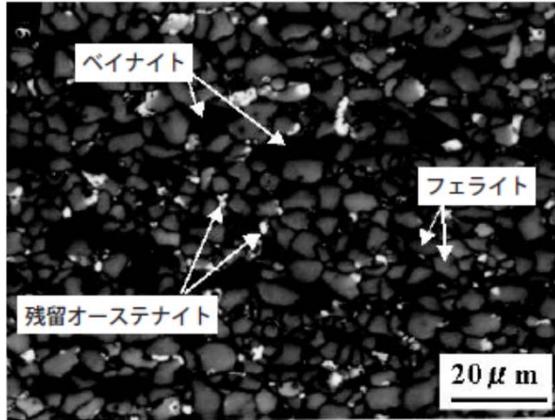
主方位としては{111}<110>, {111}<112>, {112}<110>が候補

方位の体積分率

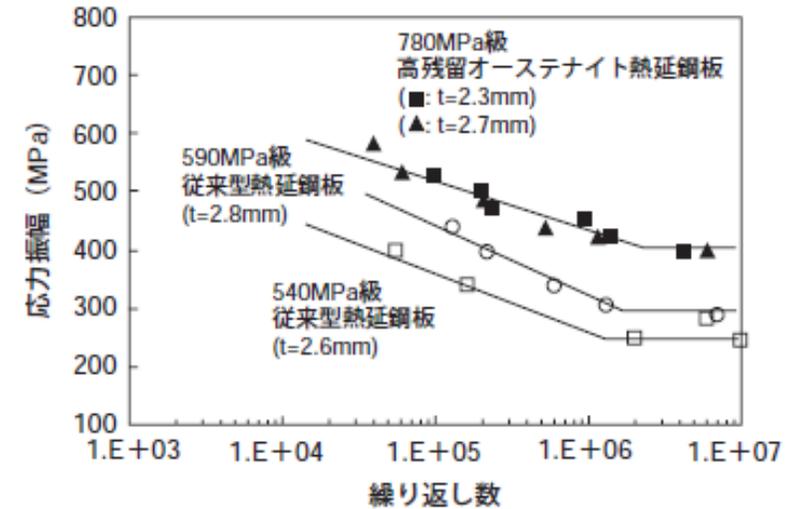


{111}<112>が18.2%, {111}<110>が17.7%, {112}<110>が9.9%

集合組織と残留オーステナイトの測定



高残留オーステナイト熱延鋼板の金属組織



高残留オーステナイト熱延鋼板のSN曲線



集合組織測定用試料ホルダー



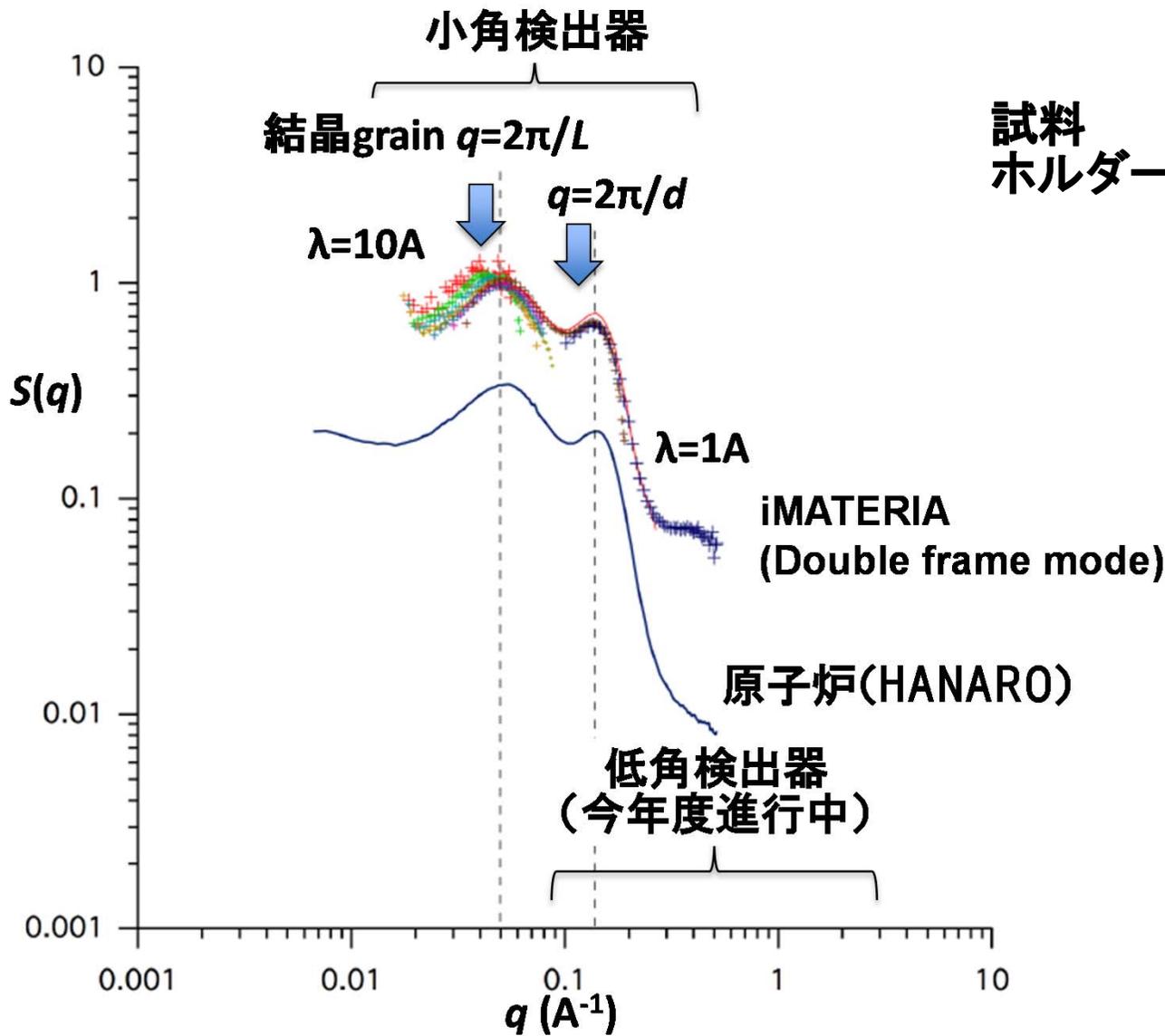
試料取付け状態

超高強度鋼板における集合組織を考慮した残留オーステナイト量の高精度測定技術の確立

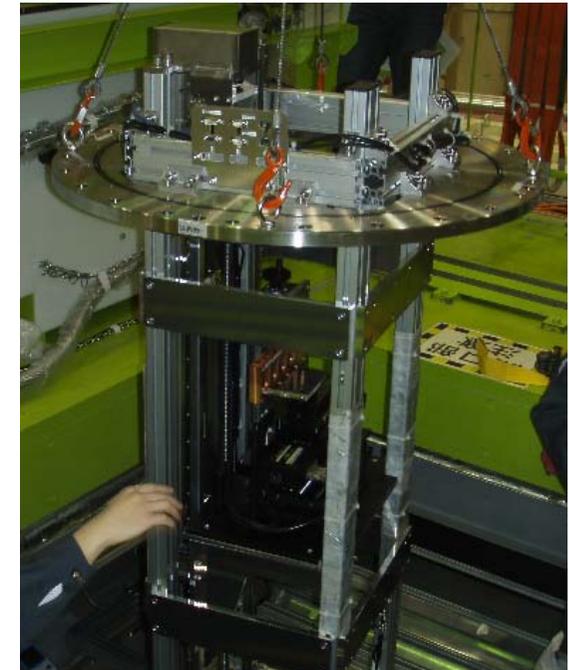
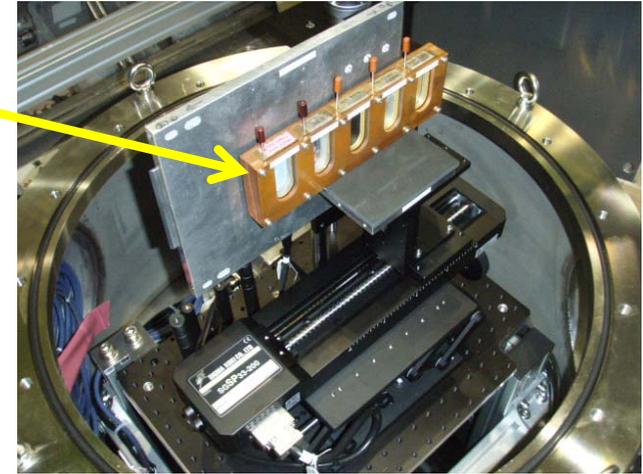
メールインサービスの実施

小角散乱実験装置

茨城大学 小泉智教授



試料ホルダー

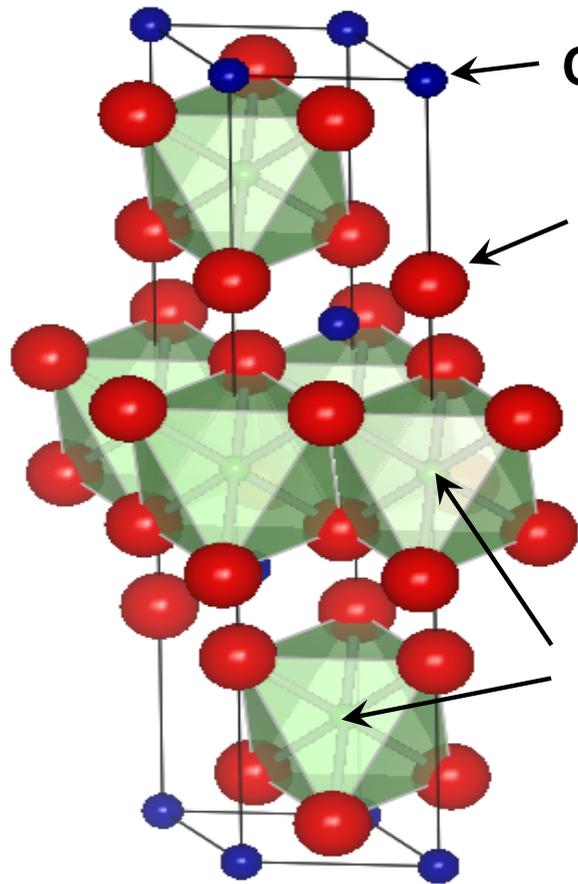


試測定結果

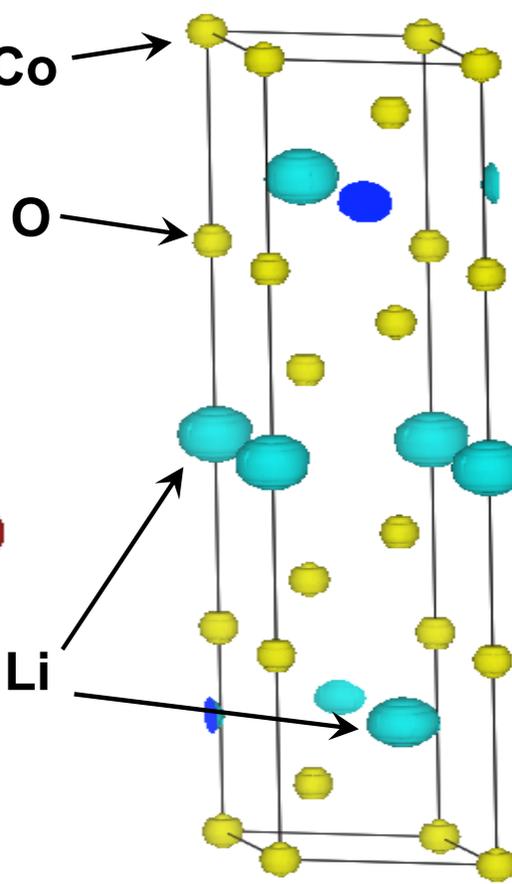
装置全体図

2014A(11月)より利用可能(予定)

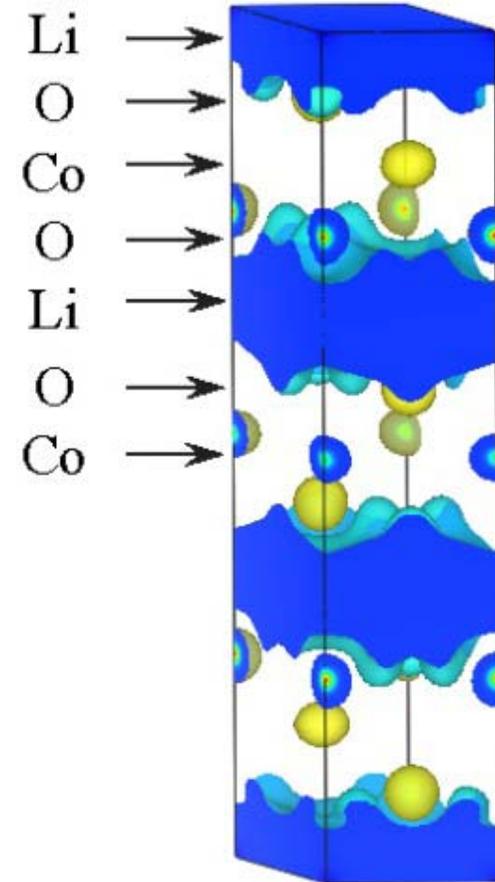
LiCoO₂の結晶構造と原子核密度分布



LiCoO₂正極材の結晶構造



LiCoO₂における
原子核密度分布



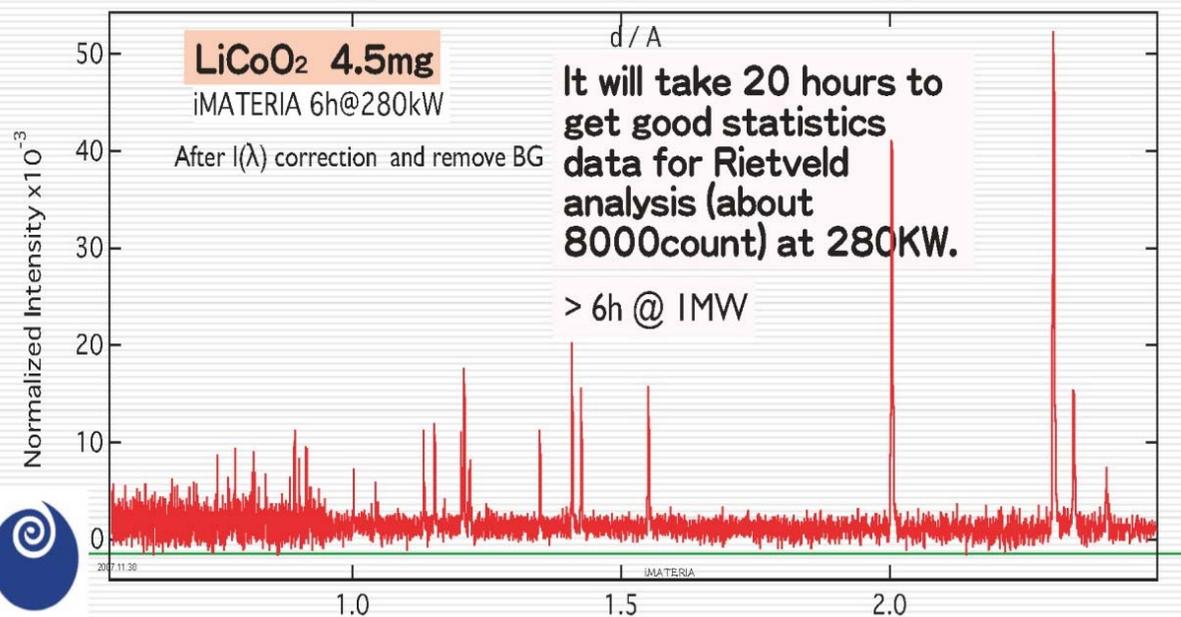
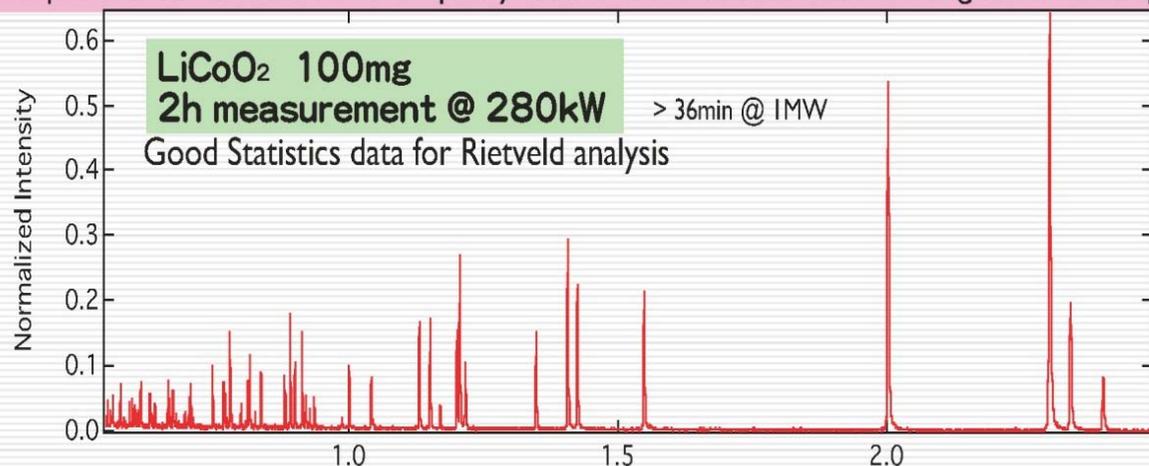
LiCoO₂における
Liの拡散経路

Liの原子核密度が高く、拡散しやすい構造の解明により
大容量高電流密度のLiイオン電池の開発に貢献

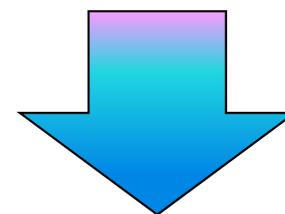
リチウム電池材料LiCoO₂の結晶構造解析

茨城大学装置グループ

It is possible to measure Rietveld quality data with 15min at 280kW from 1g LiCoO₂ sample



mgオーダーでの構造解析に成功。
より一層の精度の向上を目指す



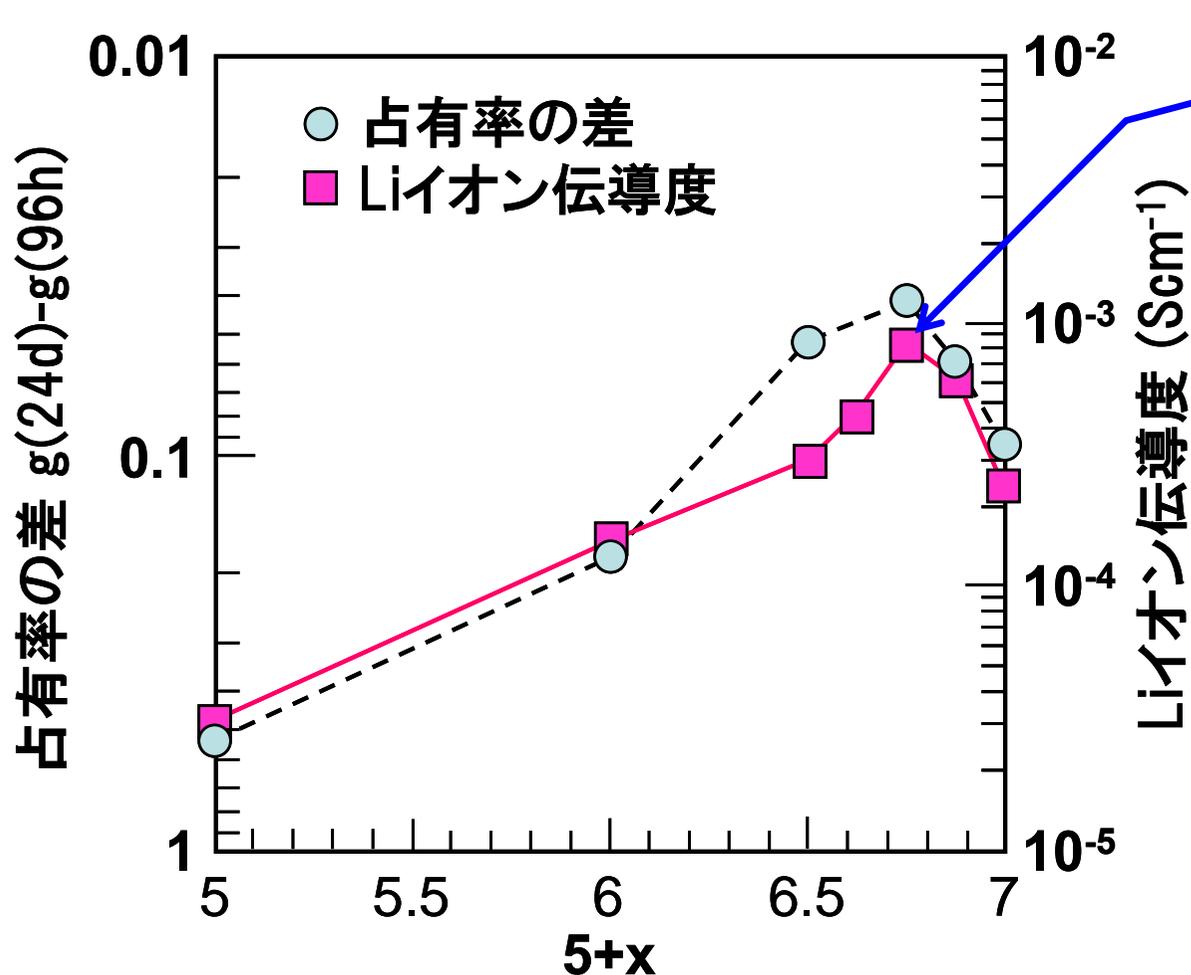
産業利用の一層の推進に期待！

試料が100mgと4.5mgで測定を行い、同等の結果を得ることに成功

ガーネット型酸化物のLiイオン伝導度

豊田中研 野崎 洋

ガーネット型酸化物 $\text{Li}_{5+x}\text{La}_3\text{Zr}_x\text{Nb}_{2-x}\text{O}_{12}$ ($x=0\sim 2$) におけるZr/Nb比率とLiイオン伝導度の関連性



5+x=6.75の酸化物
においてイオン伝
導度が最大

Liイオン伝導度とサイト間
におけるLiイオン占有率
の差との間に相関あり

隣接サイトの空孔率の高さ
がホッピングを誘導

Li比率と占有率および伝導度の関係

燃料電池用酸化物系触媒の活性点構造解析

(株)日産アーク 今井英人

固体高分子形燃料電池の白金代替触媒として有望な Ta₂O₅系・カーボン複合体触媒の活性点構造を解明

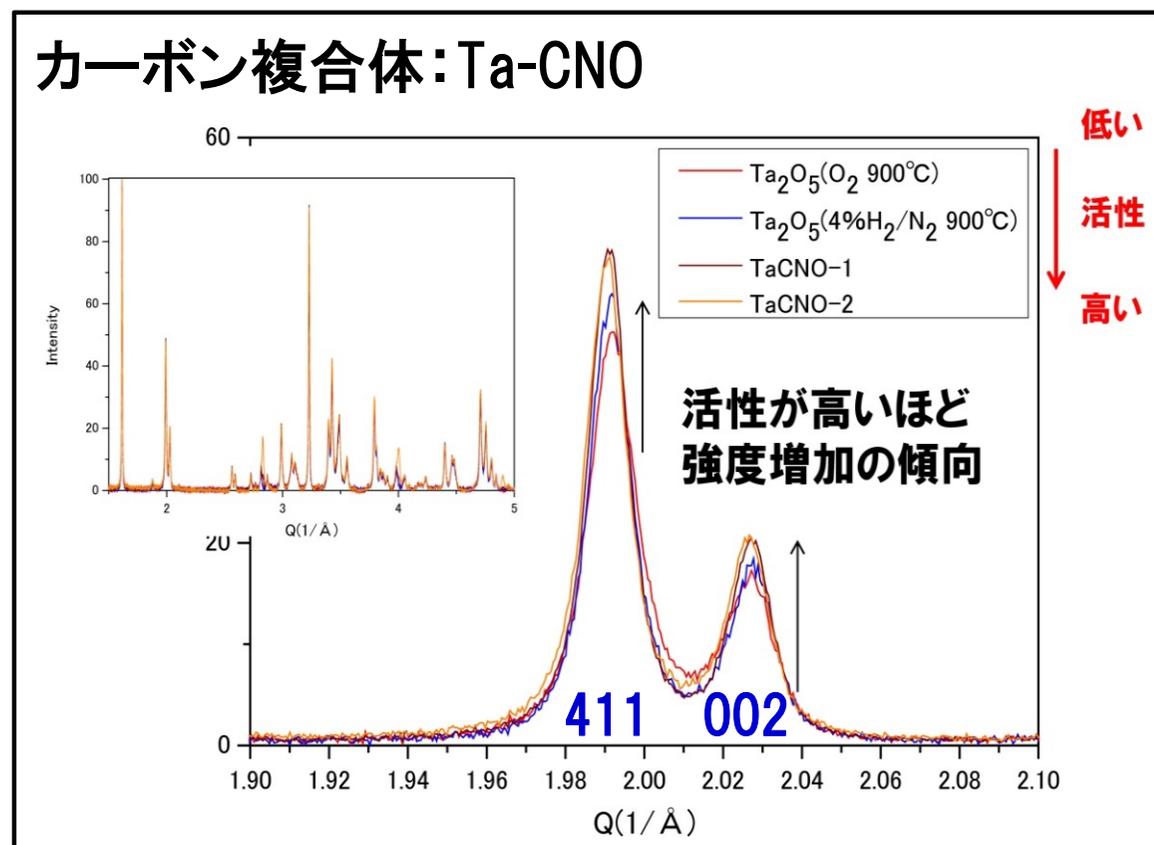
中性子回折では触媒活性が
高いほど411, 002ピーク強度
が増大



酸素サイトの欠損を仮定した
回折シミュレーションと合致
(X線回折では検出不可)



透過電子顕微鏡観察と組合
せて酸化物触媒の活性点構
造を解明



Ta₂O₅とTaO-CNO触媒の中性子回折パターン

Li過剰層状正極材料Li₂MnO₃のPDF解析

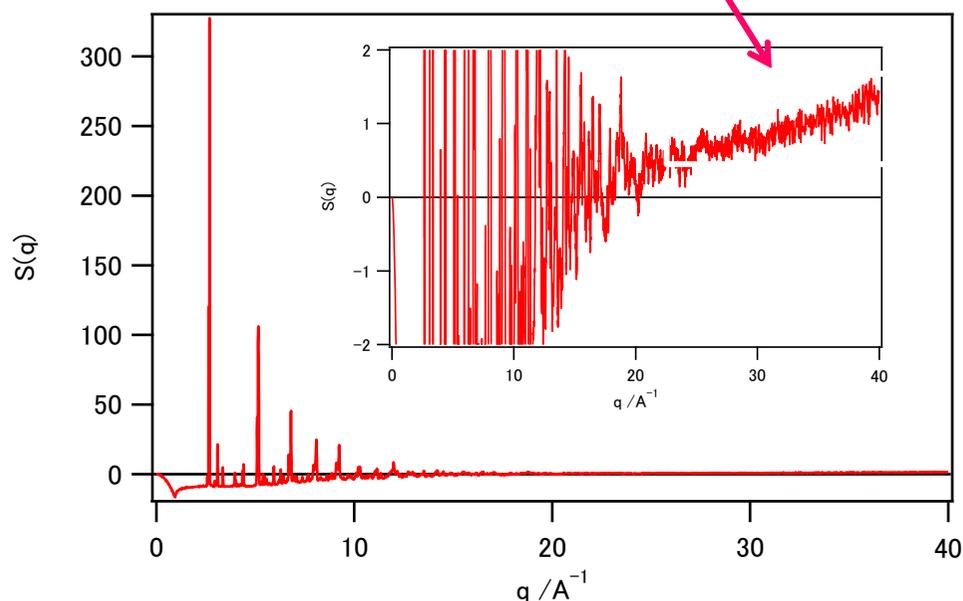
(株)日産アーク 久保 啓

課題

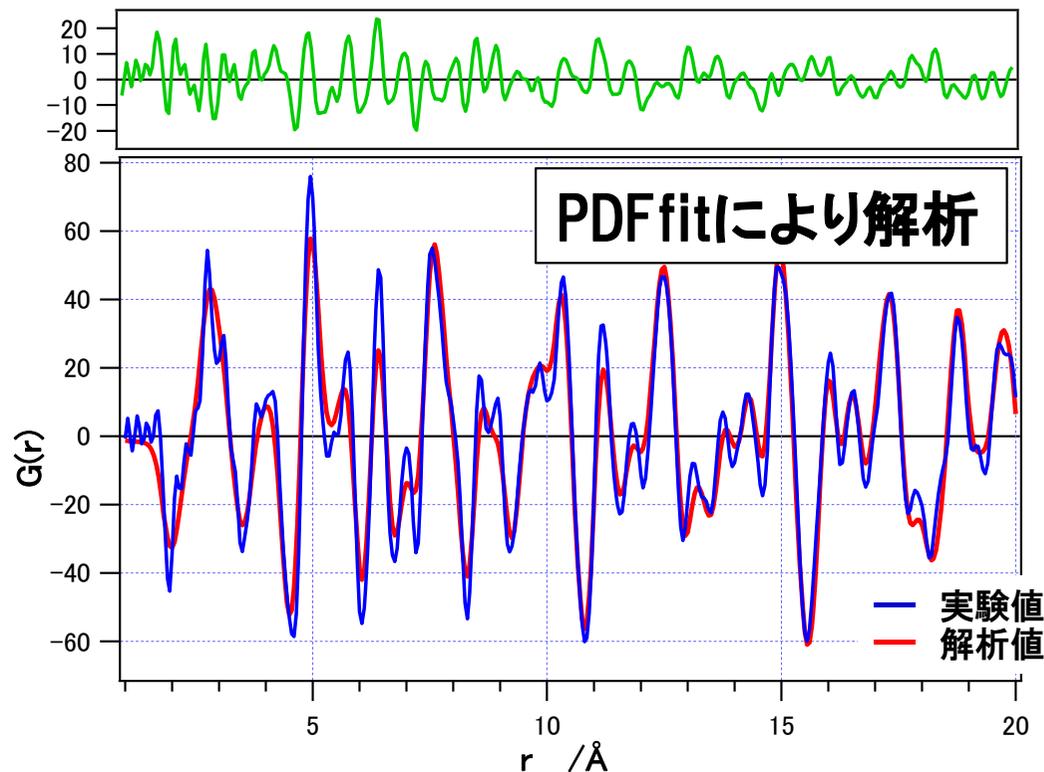
Li過剰型正極電池材料では、積層欠陥が不可逆容量や劣化を引き起こす要因

X線回折では詳細な解析ができないため、広いQ範囲を測定できるTOF中性子回折によるPDF解析が有効

S(q)は $q \rightarrow \infty$ でほぼ1だが、十分に収束していないため、補正など検討が必要



Li₂MnO₃(天然Li)のS(q) 算出結果



結晶構造	積層欠陥比率%
C _{2/m}	61
C _{2/c}	21
P ₃₁₁₂	18

積層欠陥の割合を解析可能

アミノ酸の結晶構造解析

味の素㈱ 柏木立己

中性子及びX線の粉末結晶構造解析データのウエイト化 同時解析によりアミノ酸結晶構造の高度化を実現

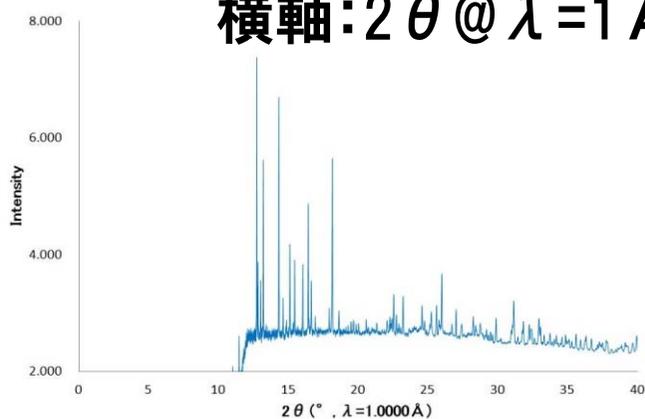
中性子(ウエイト大)と
X線(ウエイト小)データ
を同時解析



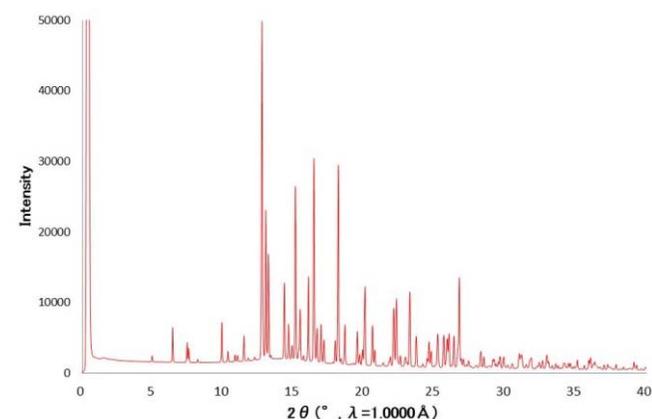
L-グルタミン酸ナトリウム
1水和物の構造決定

中性子回折(iMATERIA)

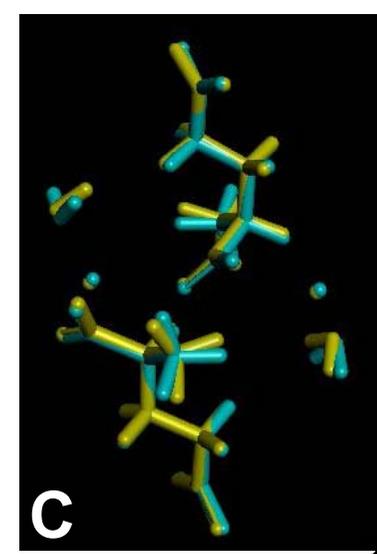
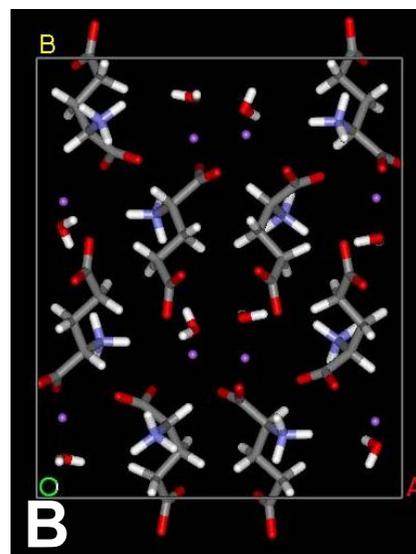
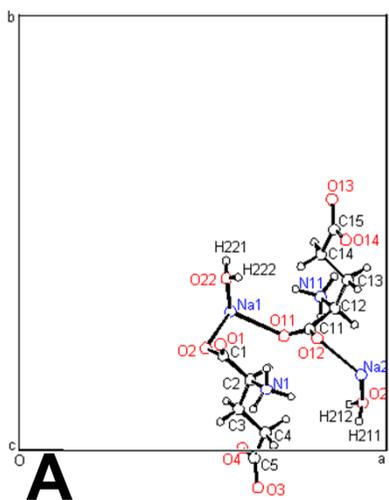
横軸: $2\theta @ \lambda = 1 \text{ \AA}$



X線回折(Spring-8)



- A. X線単結晶構造解析の
非対称単位
- B. 中性子・X線ウエイト化
同時解析の最良解
- C. X線(水色)と中性子・X線
同時解析の重ね合わせ図

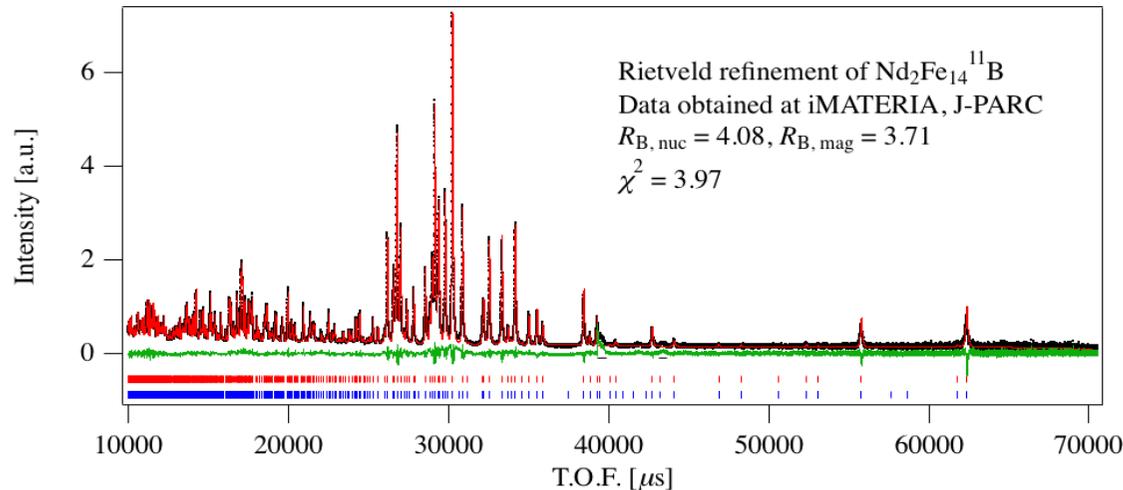


希土類永久磁石の磁気構造解析

磁気特性に及ぼす稀少元素の影響の解明

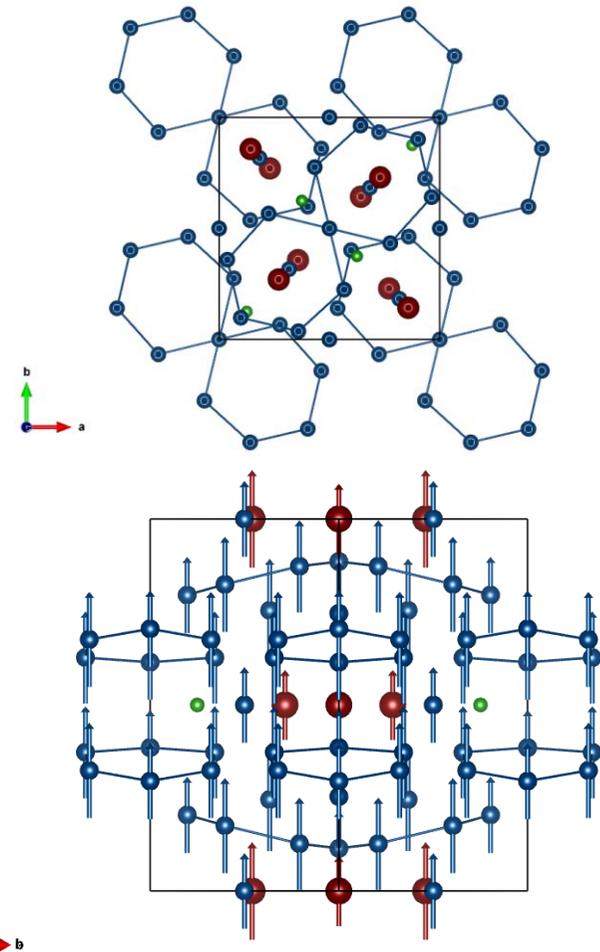
茨城県プロジェクト
元素戦略プロジェクト

稀少元素Nd, Dyの使用量を削減した
ハイブリッド自動車のモーター用高性能
永久磁石の開発



Nd-Fe-B焼結磁石における副相Nd(dhcp)とNdO(NaCl-type)を検出

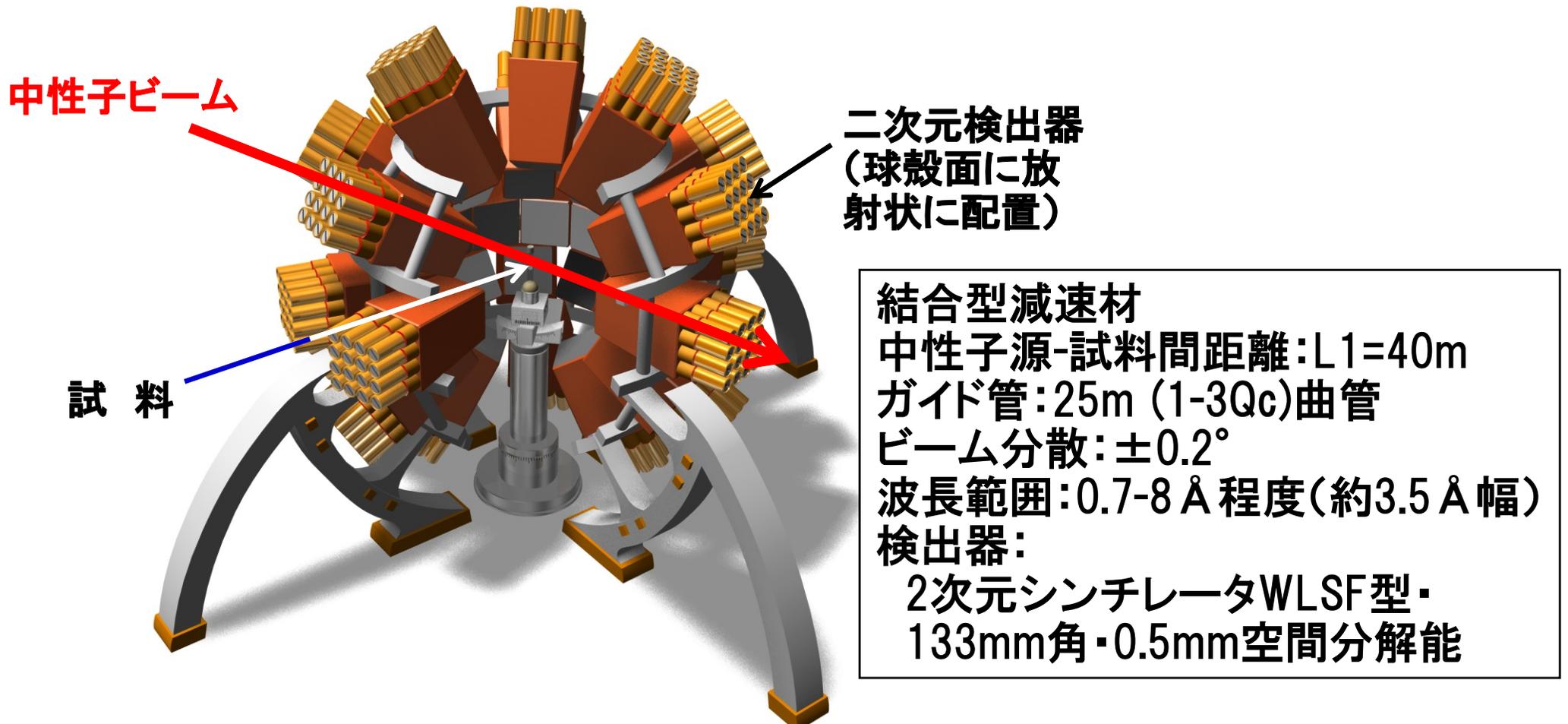
$\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}^{11}\text{B}$ 磁石の回折プロフィール



$\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ の磁気構造

$(\text{Nd}_{1-x}\text{Dy}_x)_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ におけるDyのサイト選択性はDy置換量に依存

生命物質構造解析装置(iBIX)

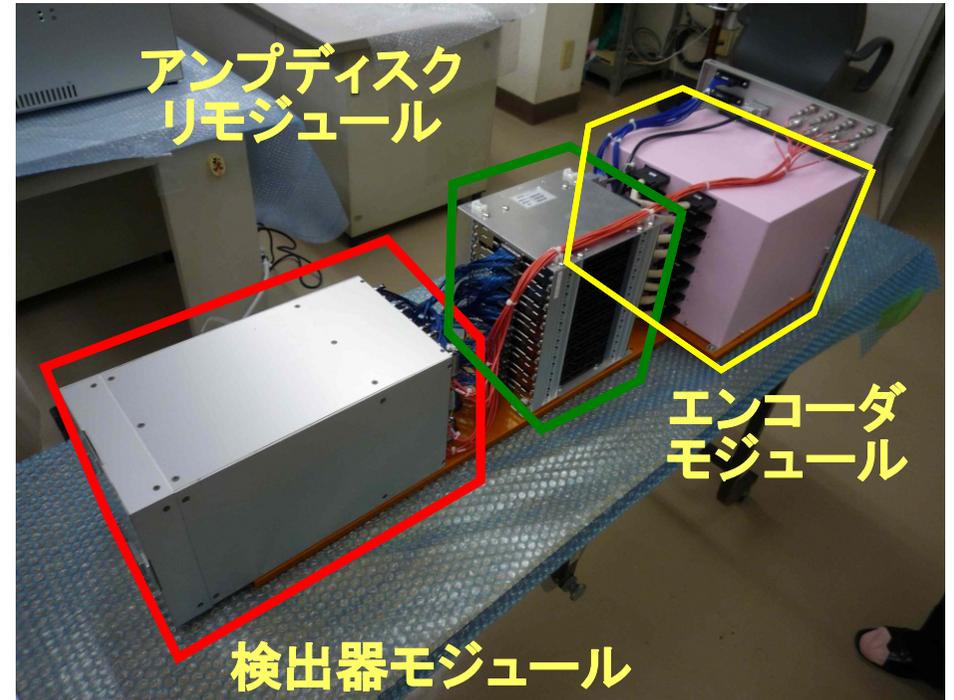
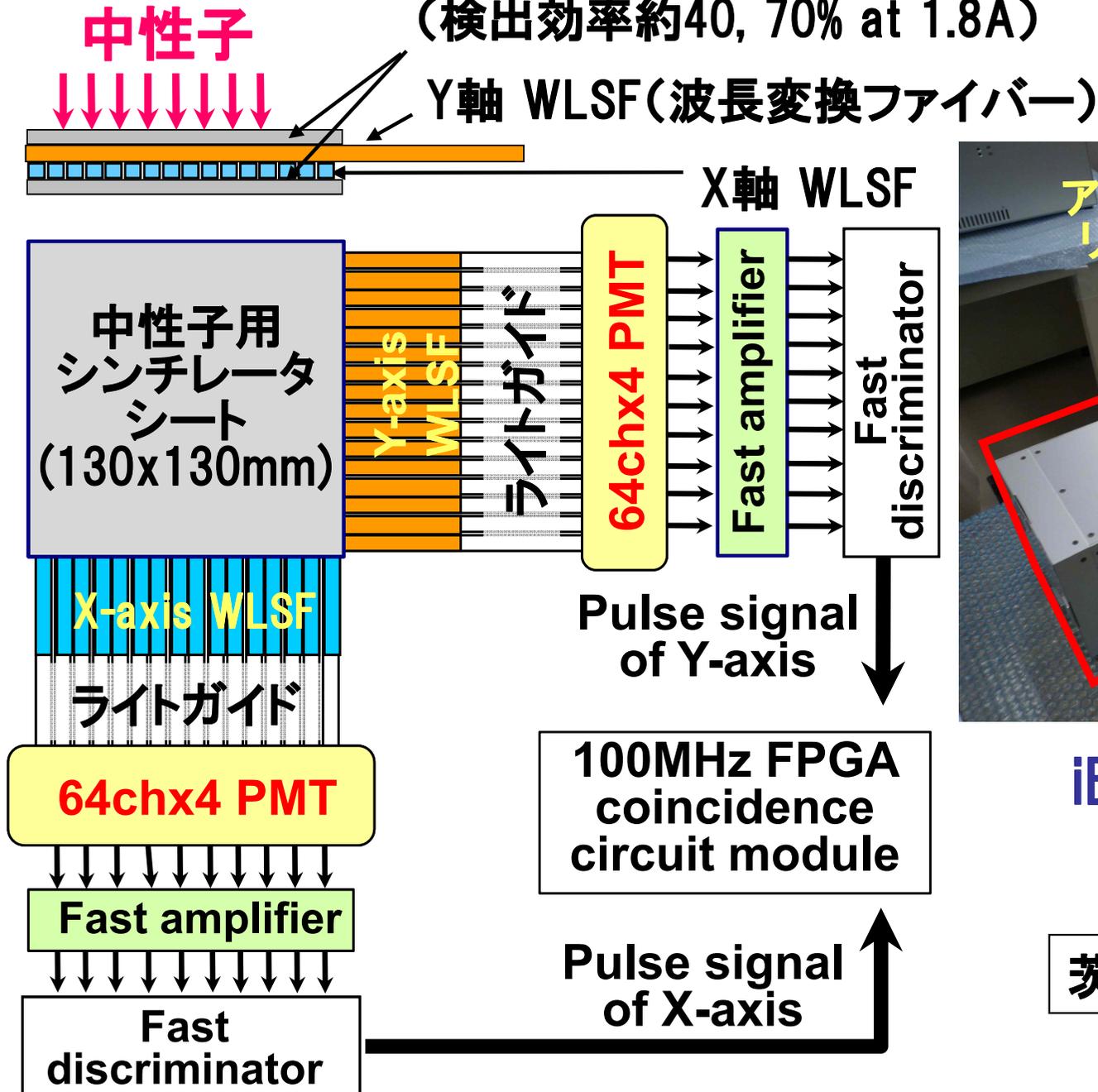


- ・タンパク質の機能を制御した新しい医薬品の開発
 - 難病治療の特効薬, 副作用のない薬
- ・生体高分子, 有機分子による機能性材料の開発
 - 生分解性材料, 発光プラスチック
- ・冷凍保存技術の開発
 - 冷凍食品, 移植臓器の保存

波長変換ファイバー型中性子2次元検出器

シンチレータシート

(検出効率約40, 70% at 1.8A)

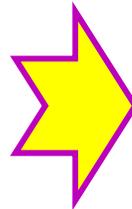
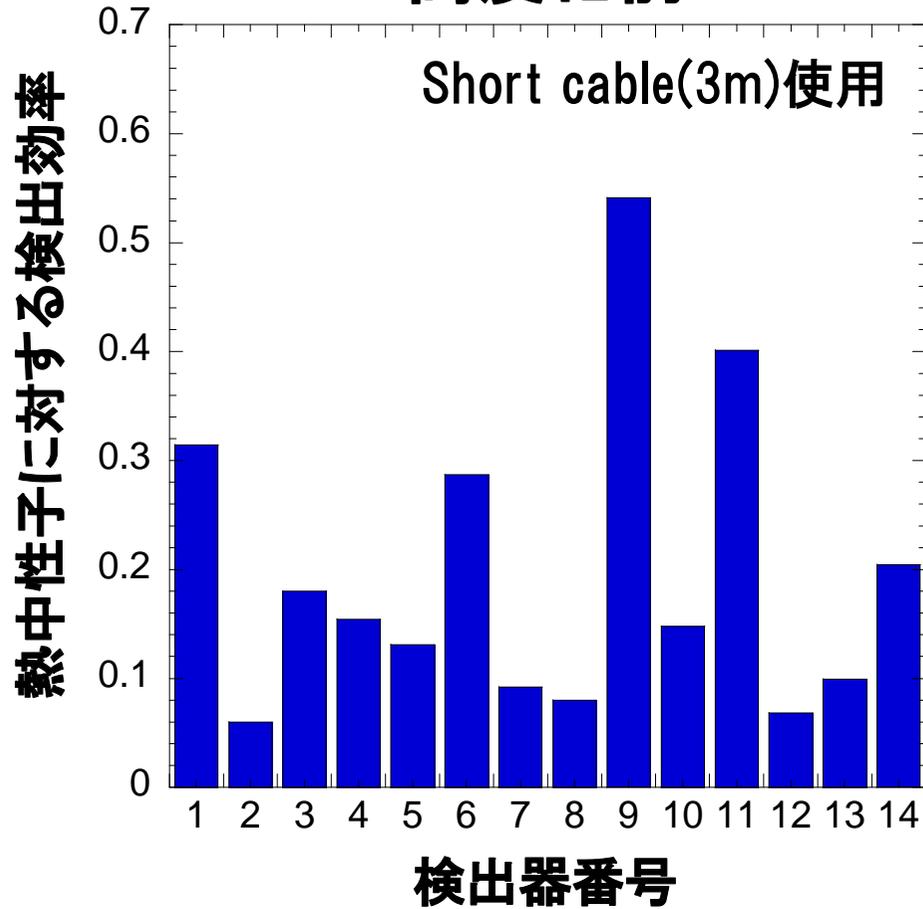


iBIX新型検出システム

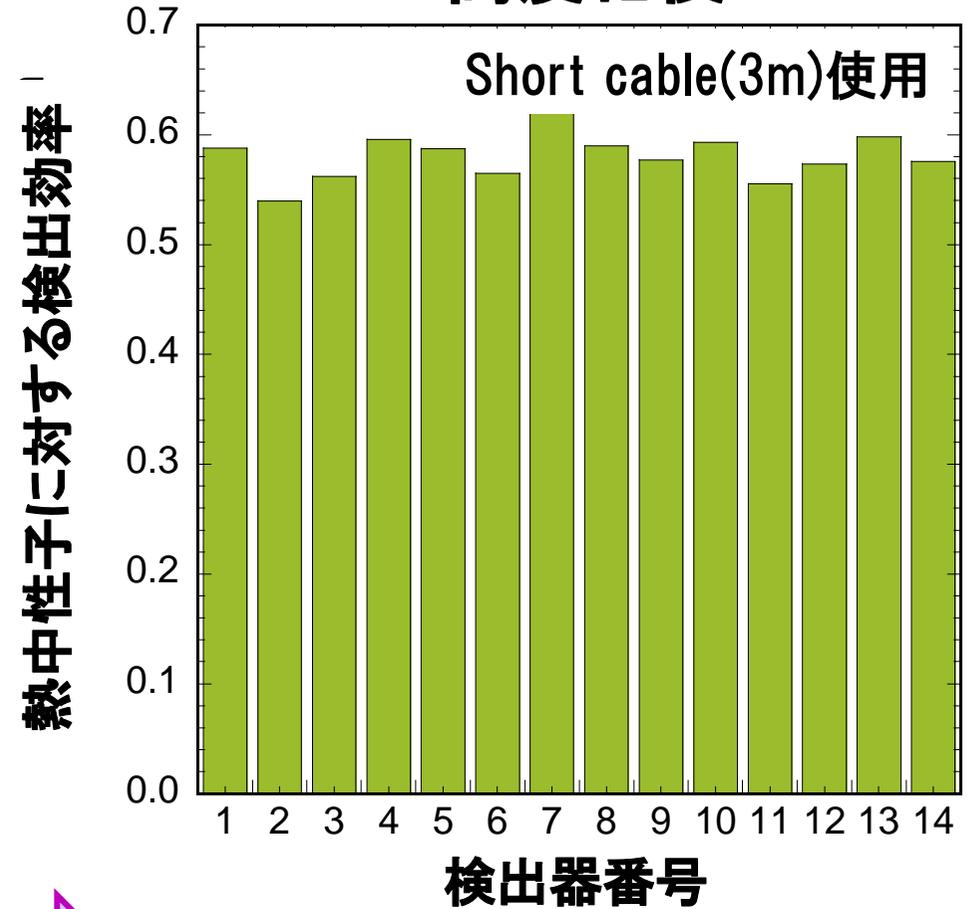
茨城大学とJAEAの共同開発

既存検出器の高度化による検出効率向上

高度化前



高度化後



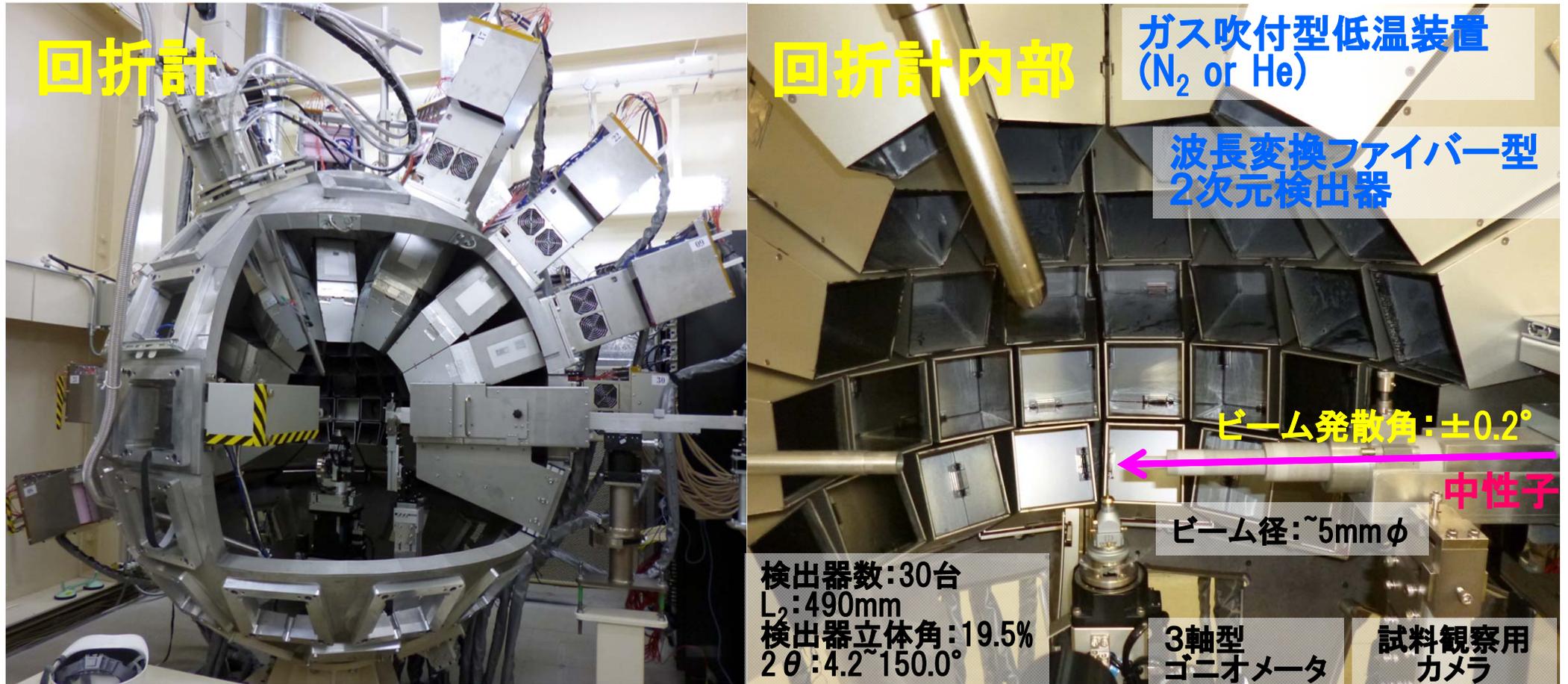
検出効率: 平均**19.7%**

約3倍

検出効率: 平均**58.0%**

実使用の12mケーブルでは平均55%程度と予想

30台の第3世代検出器の配置



第3世代の新型検出器とビーム出力300kWにより高分子量で大型格子定数のタンパク質結晶構造解析に期待

アミロイドー疾患の原因物質 トランスサイレチンの中性子結晶構造解析

水素結合ネットワークからpHに依存するアミロイド線維化の解明へ

茨城県，茨城大学

水素原子を含む水分子の方向性を決定(黄色い点線は水素結合)

低pHで水分子ネットワークのどの部分が影響を受け、タンパク質集合体構造が壊れるかを解明

発表論文:アミロイド症の原因タンパク質の構造解明
J. Struct. Biol. 177 (2012) 283
→ 専門家による生物医学分野論文のトップ2%の優秀論文に選出

中性子は水素がよく見える！

有機化合物標準試料： $C_4H_9NO_6$

装置グループ

試料：酒石酸水素アンモニウム(重水置換)

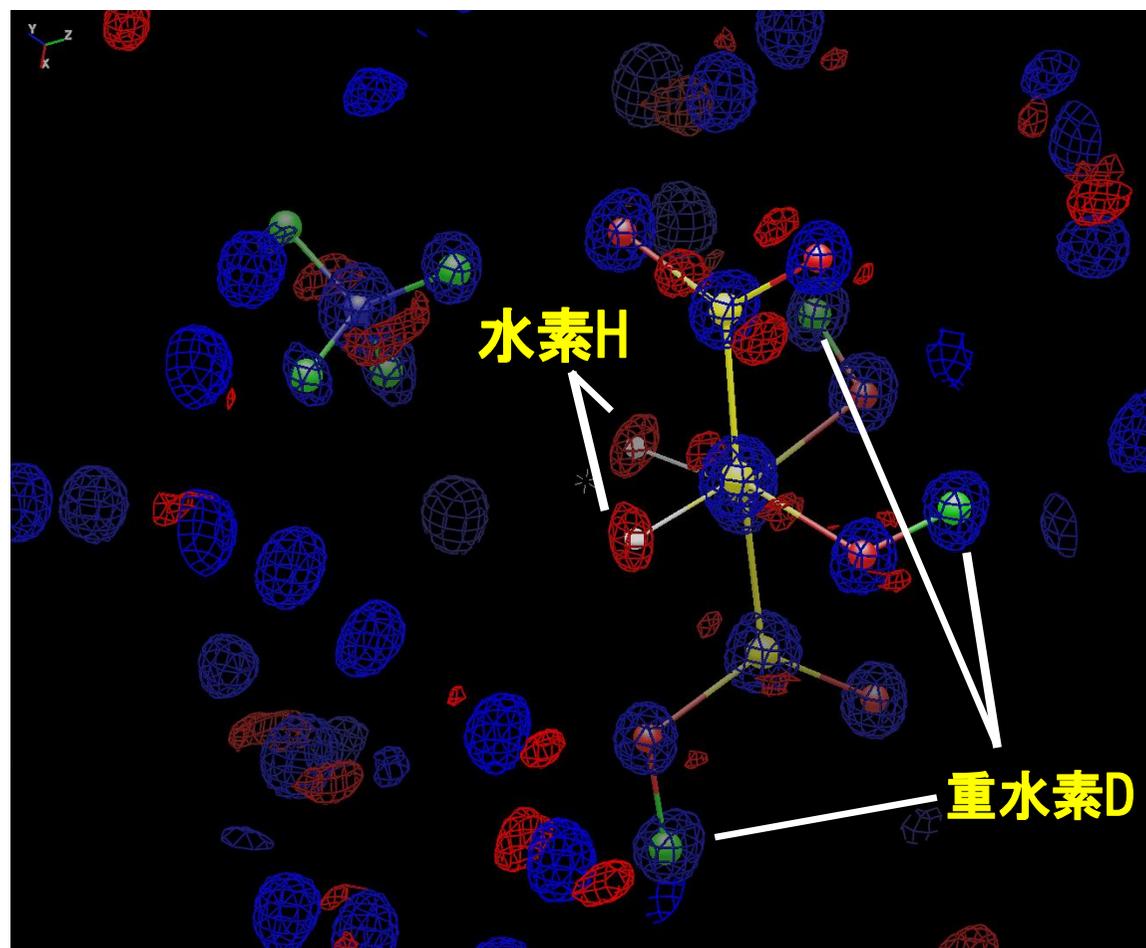
格子定数： $a=7.648 \text{ \AA}$, $b=7.844 \text{ \AA}$, $c=11.068 \text{ \AA}$

測定温度：110K

セッティング数：22setting

測定時間：3.4h/setting

水素と重水素の原子位置を正確に解析することができ、開発した結晶構造解析処理ソフト「**STAR Gazer**」の有効性を確認
今後、有機分子やタンパク質の結晶構造解析に適用する



重水素化された酒石酸水素アンモニウム
結晶の原子核密度分布

タンパク質構成分子:グルタミン酸(α 相)

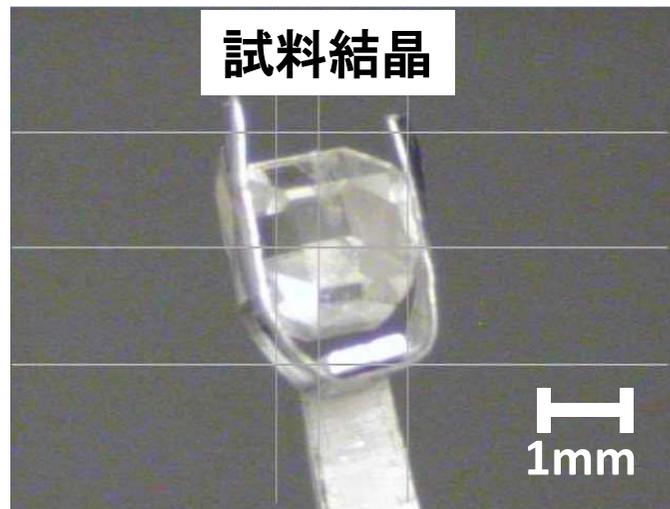
味の素(株) 柏木立己

試料名:グルタミン酸- α 相

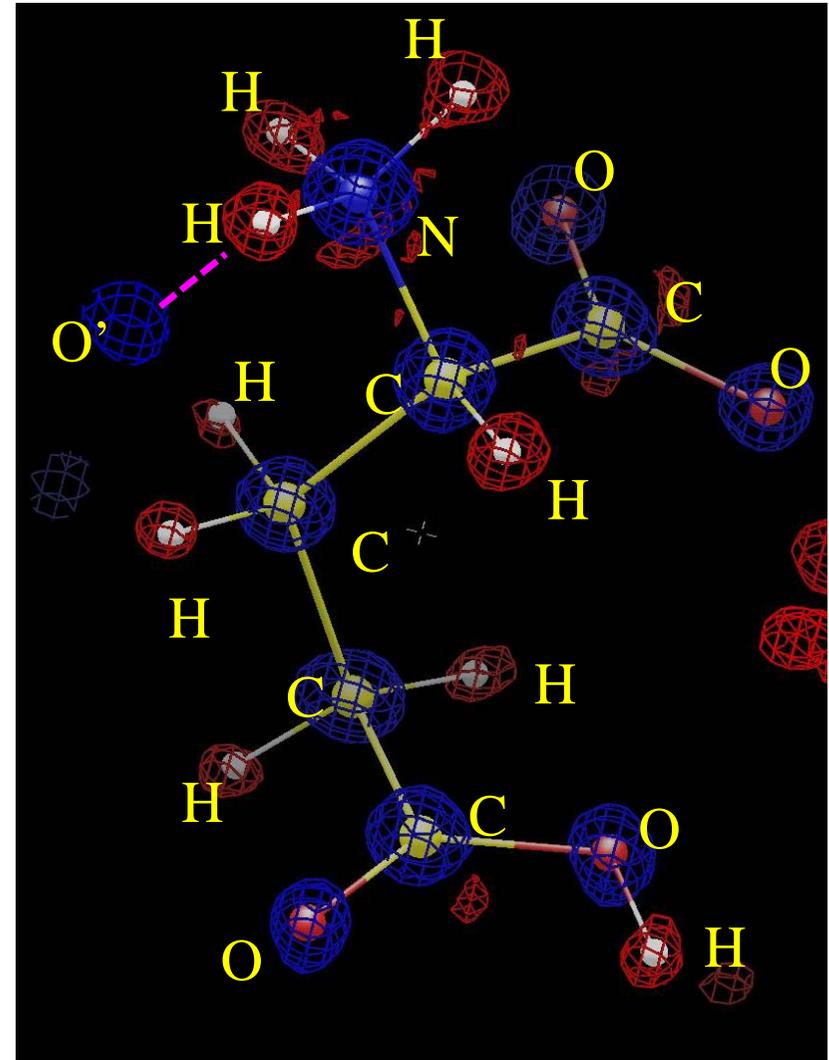
格子定数: $a=7.03 \text{ \AA}$ $b=8.78 \text{ \AA}$ $c=10.32 \text{ \AA}$

セッティング数:20setting

測定時間:4.0h/setting



2つのカルボン酸のうち,上方が COO^- ,
下方が COOH であることが判明した.
今後は旨味と結晶構造との関係を
解明していく



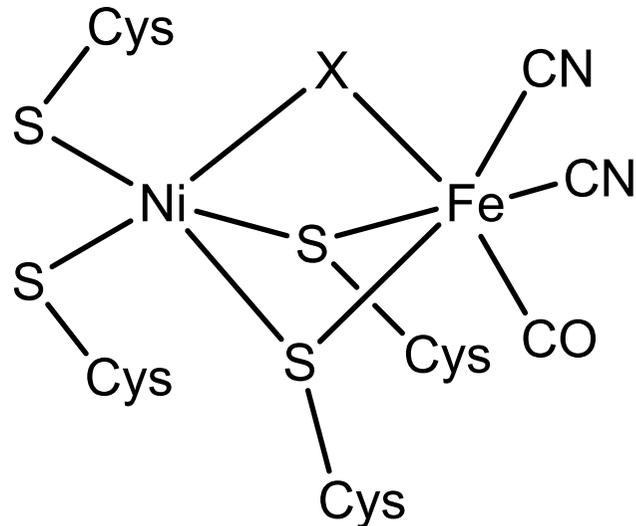
グルタミン酸の結晶の原子核密度分布

水素活性化触媒ヒドロゲナーゼの構造解析

茨城県プロジェクト
九州大学 小江誠教授

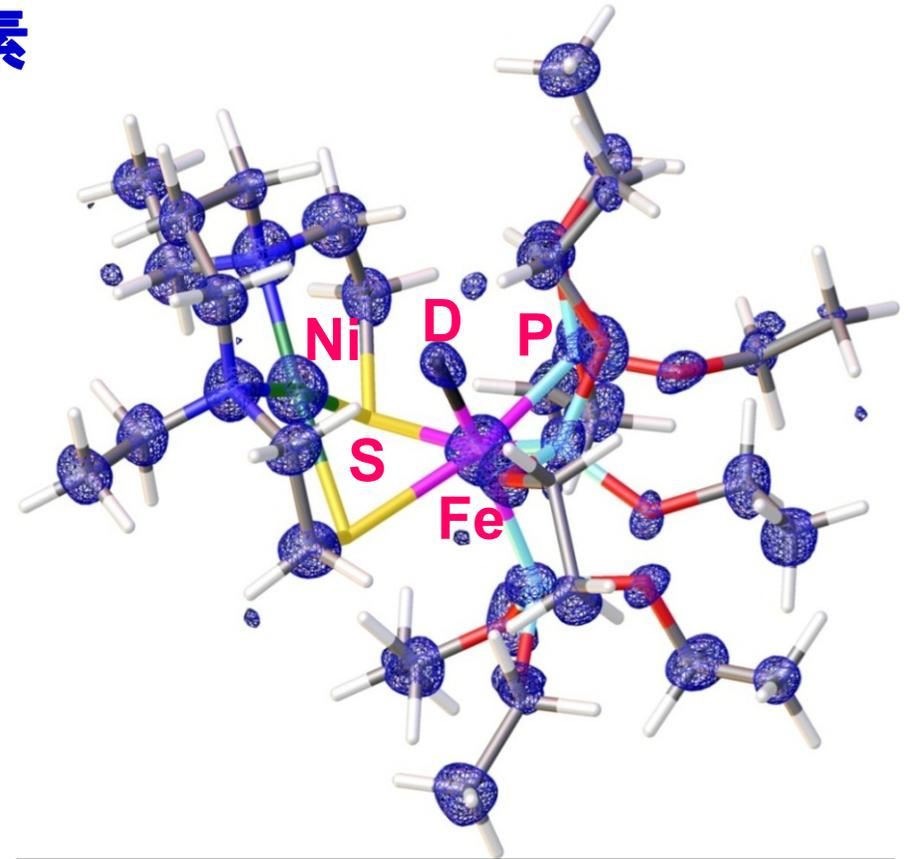
NiFeヒドロゲナーゼ

$H_2 \rightleftharpoons 2H^+ + 2e^-$ 反応を触媒する酵素



NiFeヒドロゲナーゼ活性中心の構造
(活性状態ではX=Hと推定)

NiFeヒドロゲナーゼ同様にNiとFeを有し、その触媒機能を再現するモデル化合物を発見



単結晶中性子構造解析によりDがFeに結合していることを解明

Scienceに2013年8月掲載
Science, 339, 682-684 (2013)

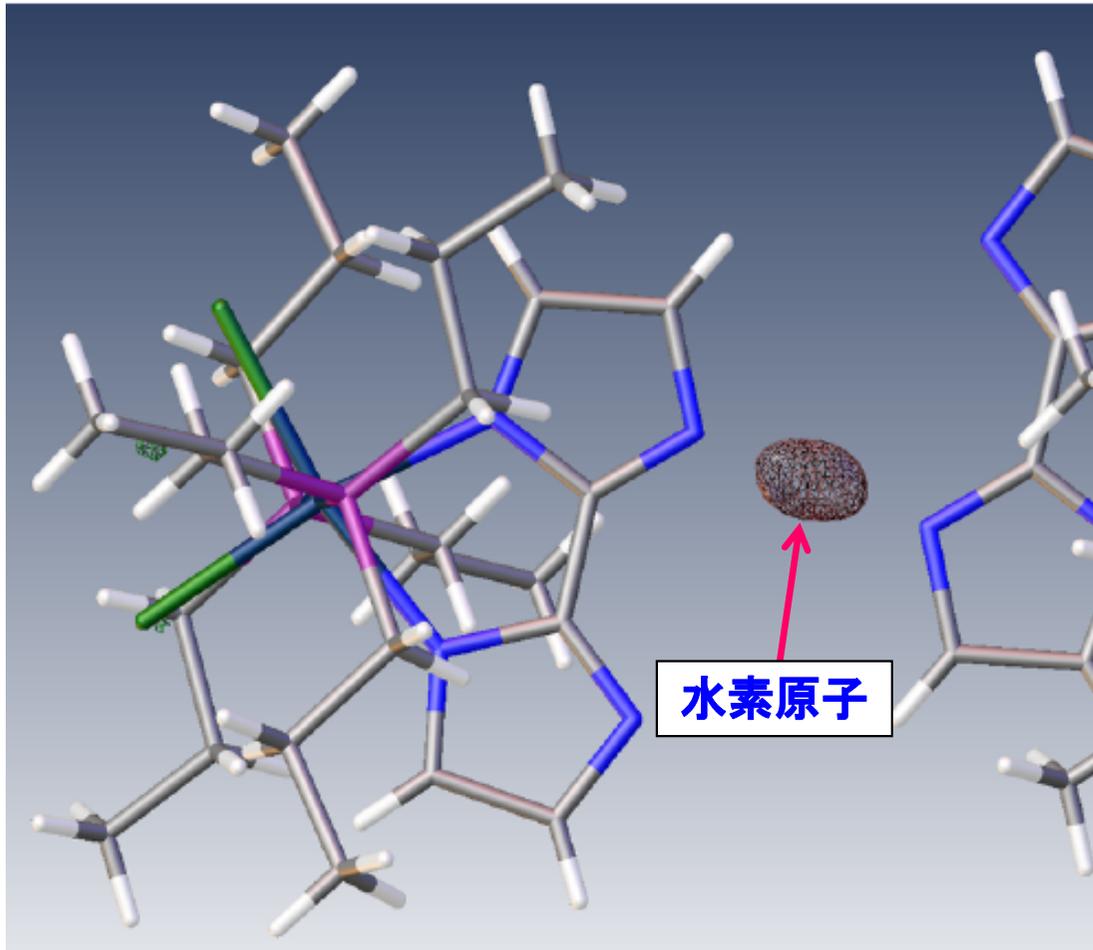
Ptフリーの燃料電池正極材料の開発

燃料電池自動車の大幅な価格低減の可能性

Re錯体における水素原子位置の解析

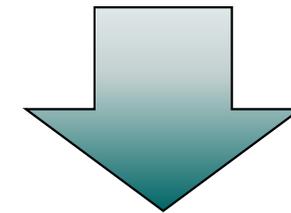
茨城県プロジェクト

東京理科大学 田所 誠教授



錯体: 金属イオンを中心として, その周りにいくつかの他の原子, イオン, 分子などが方向性をもって立体的に配位し, 一つの原子集団をつくっているもの

分子間中央に水素原子が1つだけ存在する可能性が示唆



錯体を活用した高性能触媒の開発に期待!

プロトンと電子移動がカップルしたデバイスの設計にも貢献

県BL運営の基本方針

1. 産業界が利用しやすい運営システムの構築

- ① 利用者に対する支援スタッフの充実
 - ← 充実した技術相談、測定・解析支援スタッフの整備
- ② 使いたいときにすぐ使える利用システムの構築
 - ← 常時受付枠、緊急利用枠の設定
- ③ 秘密保持システムの構築
 - ← 産業界が安心して利用できるシステムの構築
もの(試料)・情報の厳格な管理
コンプライアンスの徹底 (倫理教育の実施)
- ④ 産業利用の促進
 - ← トライアルユースの実施
メールインサービスの実施 (段階的に実施)
- ⑤ 運用実績を踏まえたフレキシブルな対応の実施
 - ← ユーザー意見の適確な反映 (県BL利用者懇談会(仮称)の整備)

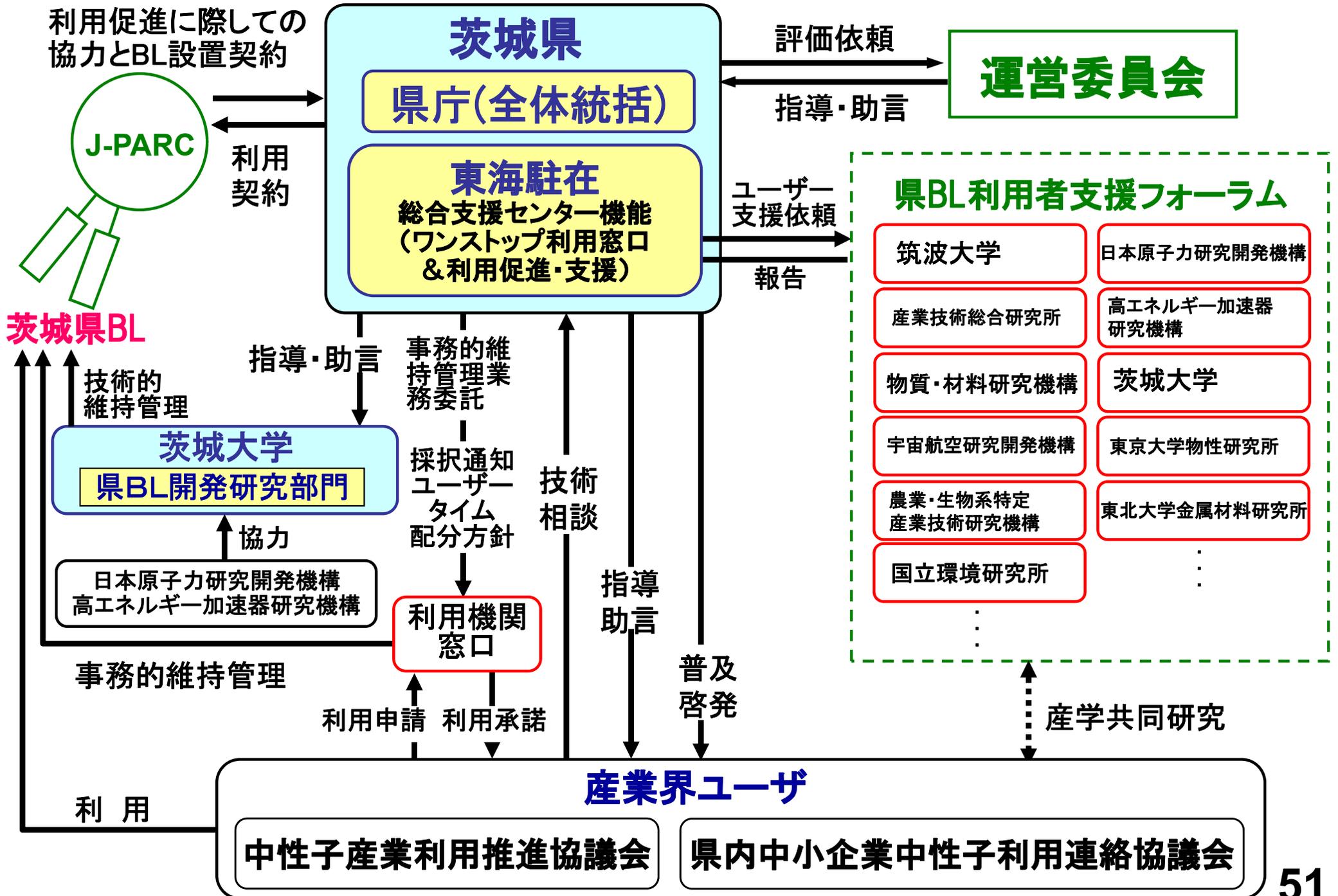
2. 全ての利用者からの負担金の徴収

- 成果の公開、非公開に拘わらず、同額の負担金を徴収

3. 県内企業に対する優遇措置

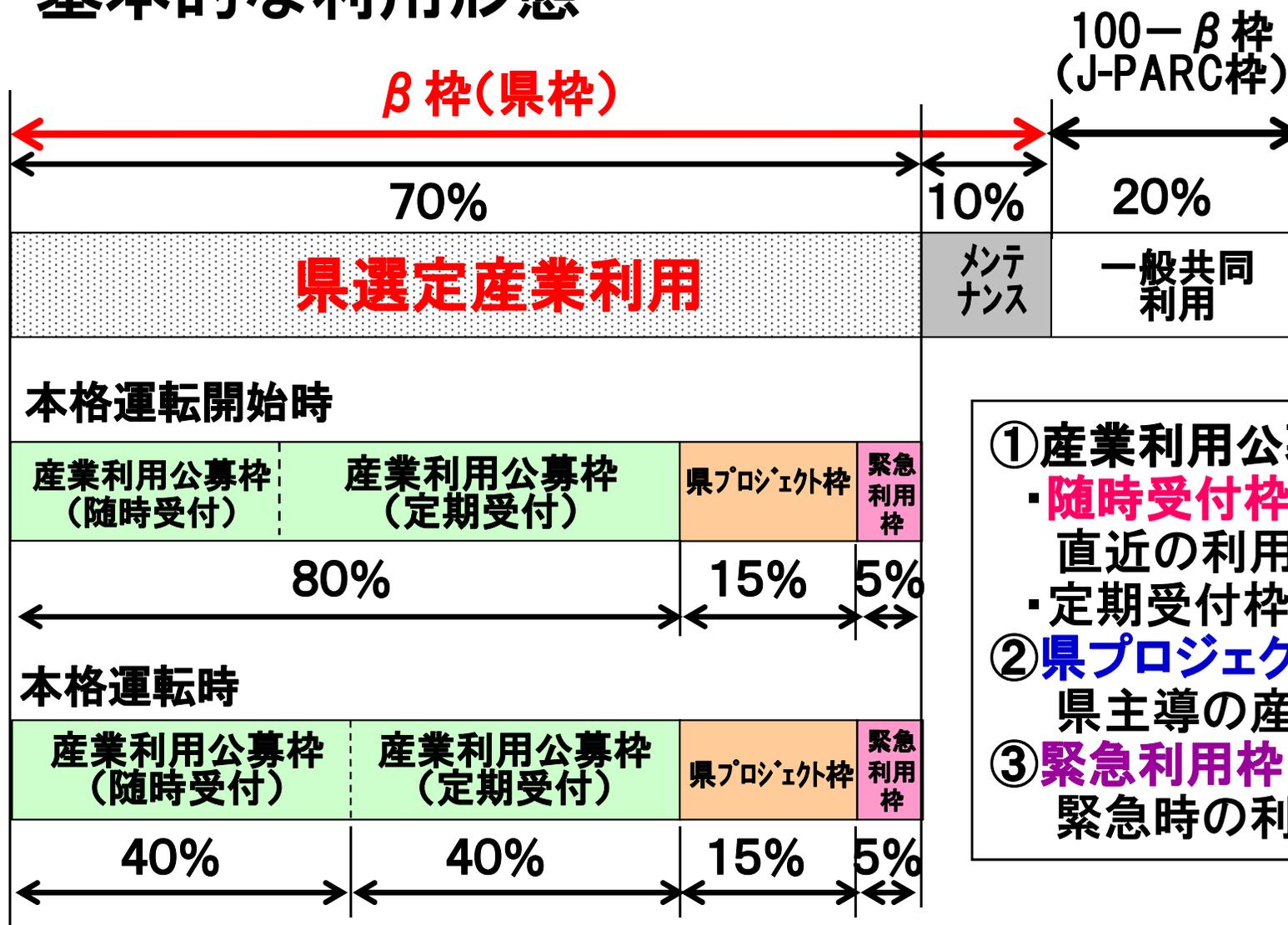
- 負担金額(利用料金額)の割引
- 優先的な利用の実施
- 充実した利用支援、技術支援

茨城県BLの運営体制



県BLのビームタイムと利用枠

基本的な利用形態



- ① **産業利用公募枠**
 - ・ **随時受付枠**
直近の利用希望に対応
 - ・ 定期受付枠(年2回公募)
- ② **県プロジェクト枠**
県主導の産学官共同研究
- ③ **緊急利用枠**
緊急時の利用希望に対応

中性子の産業利用状況

中性子産業利用推進協議会

◆設立趣旨

全国の産業界が結集して、J-PARCなどの中性子の産業利用を推進するとともに、産業界が利用しやすい仕組みや施設の充実を施設や国などへ提案し、要望する

◆運営体制

会長：

今井 敬 新日鐵住金(株) 名誉会長

副会長：

庄山悦彦 (株)日立製作所 相談役

内藤晴夫 エーザイ(株) 社長

内山田竹志 (株)トヨタ自動車 会長

運営委員会委員長：

須藤 亮 (株)東芝 常任顧問

顧問：

有馬朗人 武蔵学園 学園長

◆発起人

(株)日立製作所取締役 中村道治

茨城県知事 橋本 昌

J-PARCセンター長 永宮正治

(肩書きは設立時)

■会員状況(H26年4月現在)

産業分野	参画企業
電機/電器	東芝, パナソニック, 日立製作所, 日立パワー
半導体/記録デバイス	日立マクセル, 富士通研究所
精密機器	キヤノン, セイコーエプソン, リガク, リコー
鉄鋼	JFEスチール, 新日鐵住金, 神戸製鋼所
金属/電線	住友電工, 日立金属, 古河電工, 三井金属鉱業
自動車/自動車部品 タイヤ	トヨタ, 豊田中研, 日産, 日産アーク, 本田技研 GSユアサ, デンソー, 住友ゴム, ブリヂストン, 横浜ゴム
化学	旭化成, クラレ, 住友化学, 住友ベークライト, 大日本印刷, 日産化学, 日東電工, 日立化成, 富士フイルム, 三菱化学, 三菱レイヨン
建設/土木	鹿島, 竹中工務店
化粧品	花王
製薬	エーザイ
食品	味の素, サントリー
分析/研究支援	千代田テクニカル, 東レリサーチセンター, NAT, VIC
公的機関/団体	物材研, 理研
合 計	50(48社・2研究機関)

活動内容

1. 産業利用関連情報の配信

J-PARCの建設状況やMLFの運転状況, JRR-3の運転状況, 両施設のニュースや研究成果トピックス, 課題募集, 各種会合の開催案内など, 中性子の産業利用に関わる各種情報をメールサービスとして提供しています。

2. 研究会(最新の利用成果)

分野別の研究会を組織し, J-PARC/MLF利用者懇談会の分科会および茨城県中性子利用促進研究会と合同で運営しています。

3. 中性子測定技術講習会(最先端の測定技術)

測定技術や解析技術を習得していただくように, 初心者向けのレベル1, 中級者向けのレベル2, 専門家向けのレベル3の3段階の講習会を実施しています。会員企業からの受講者には費用の一部を補助します。

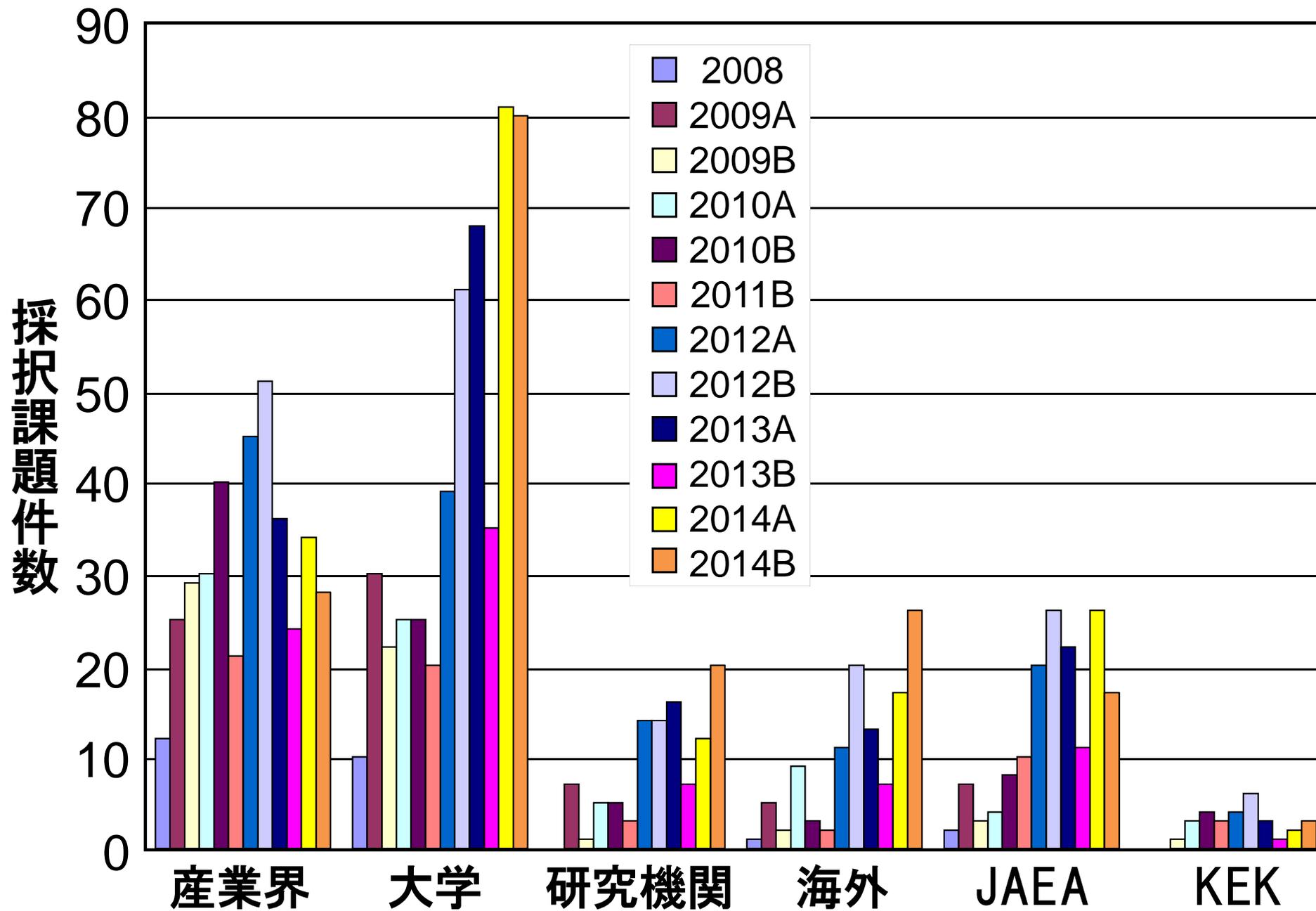
4. 産業応用セミナーの開催

中性子の産業利用に関わる多くの測定技術を会員企業に出向いて講習する, いわゆる「出前講座」を開催しています。各企業の製品分野に応じてメニューを選択できます。

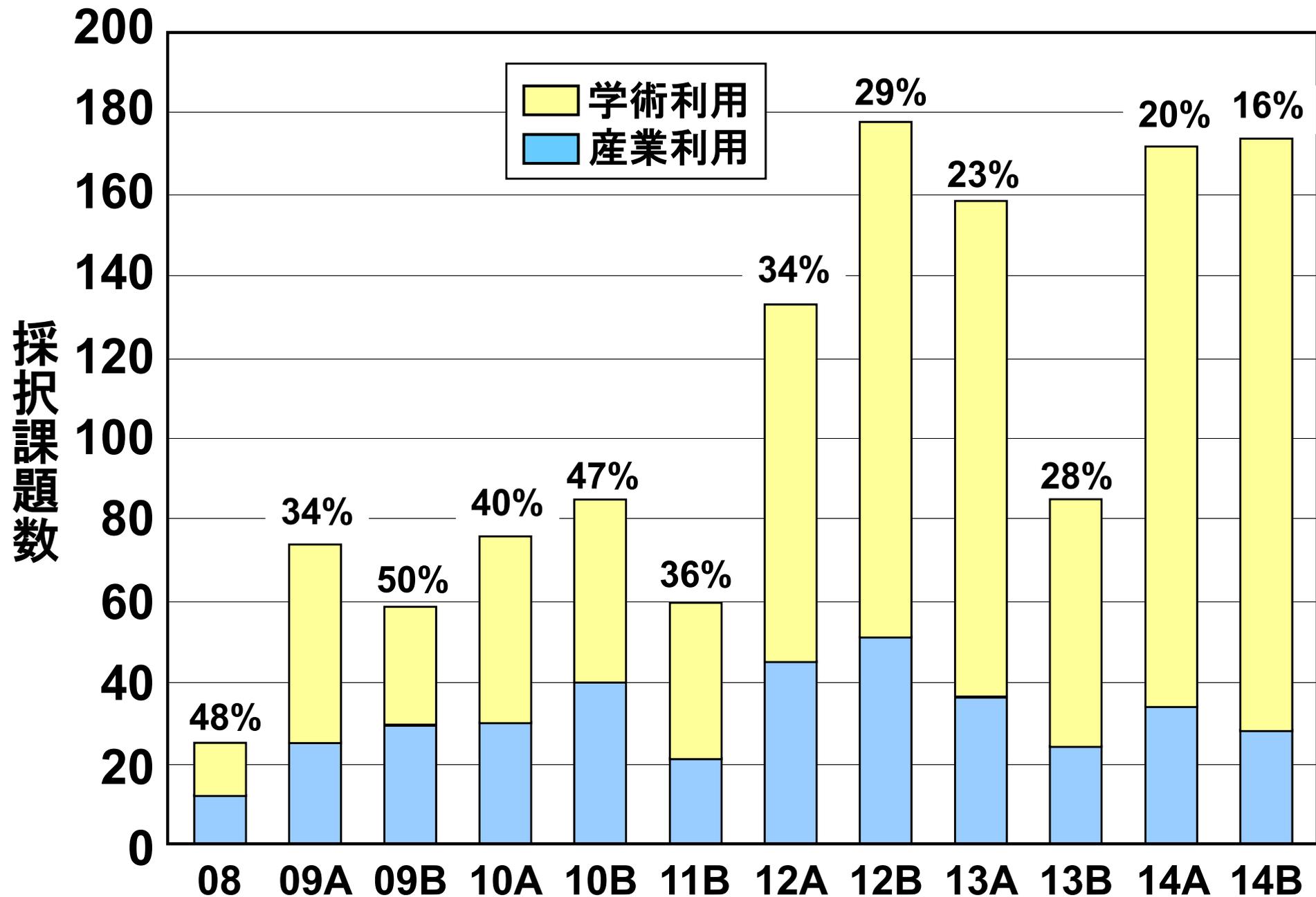
5. J-PARCとJRR-3に関する産業界の要望提案と提言

中性子施設を利用する上でのさまざまな障壁, 障害の発生する状況を改善していただく, あるいは, 施設の高度化や安定的な運転維持などのために, 文部科学省やKEK, JAEAなどに対して要望書を提出し利用環境の改善に努めています。

2008～2014Bの採択課題数の推移



2008～2014Bの産業界の利用率推移

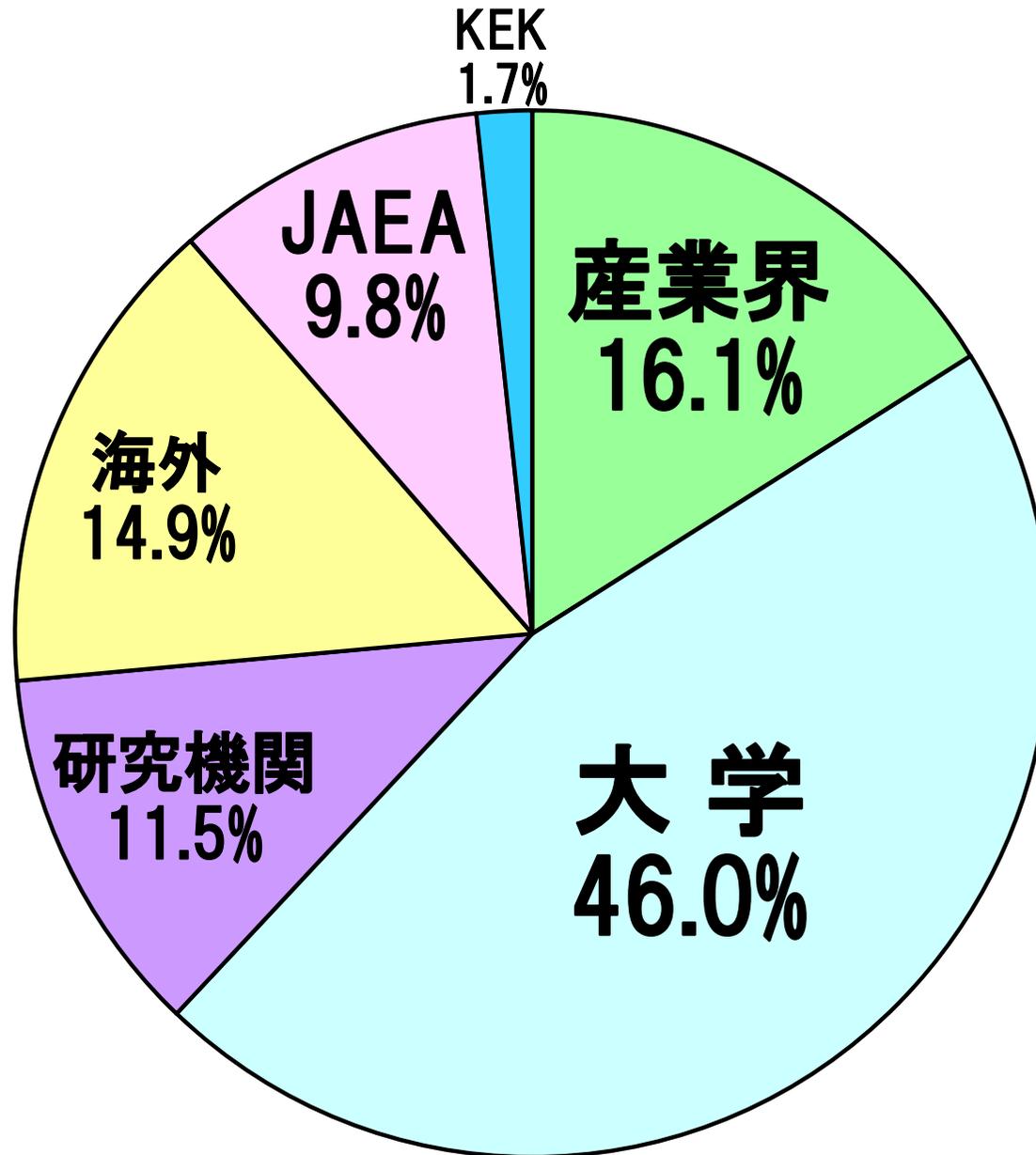


産業界の利用は件数, 利用率ともに漸減傾向

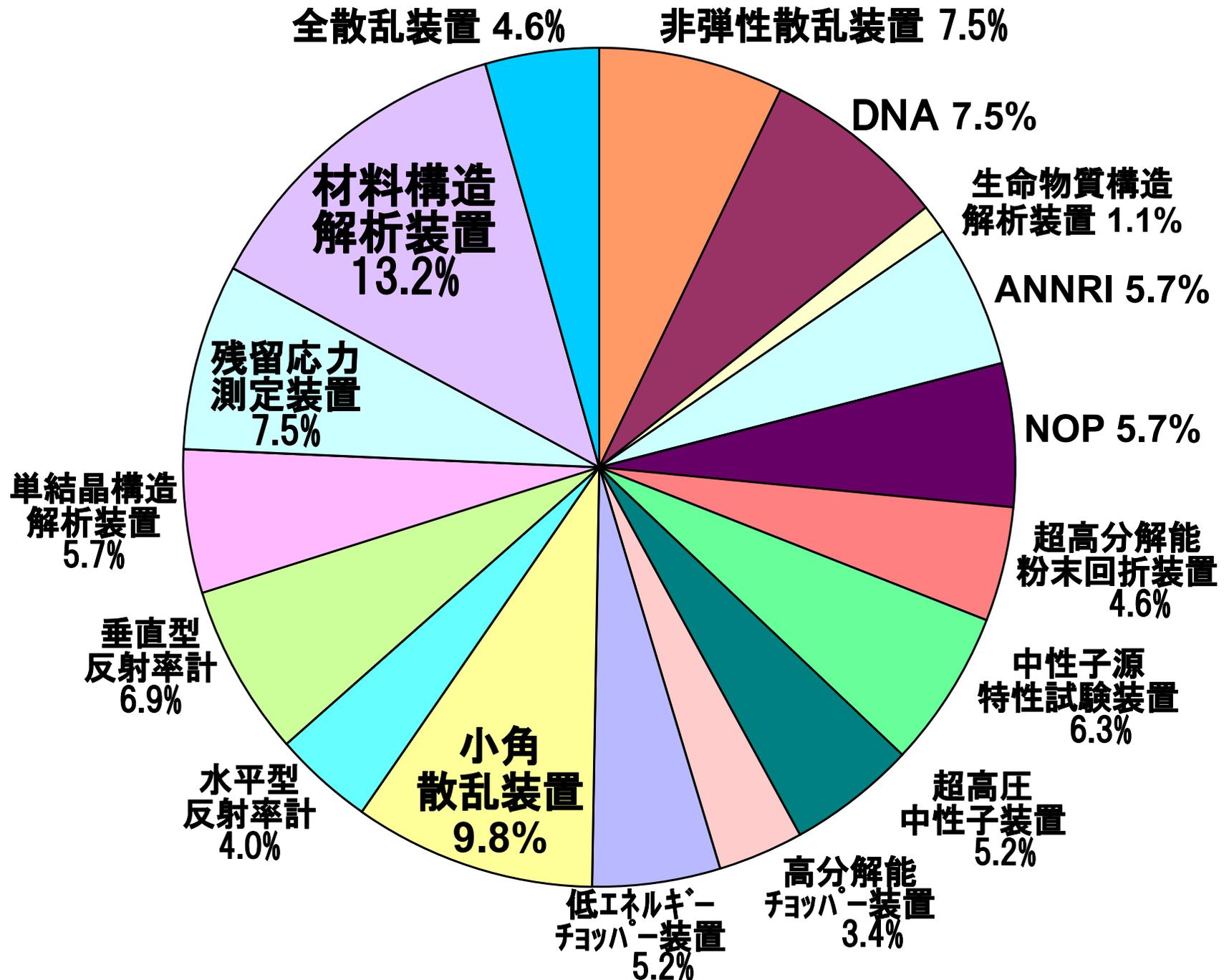
2014B採択課題の申請元分類

プロジェクトと装置グループの利用を除く
共用法装置のトライアルユース利用を含む

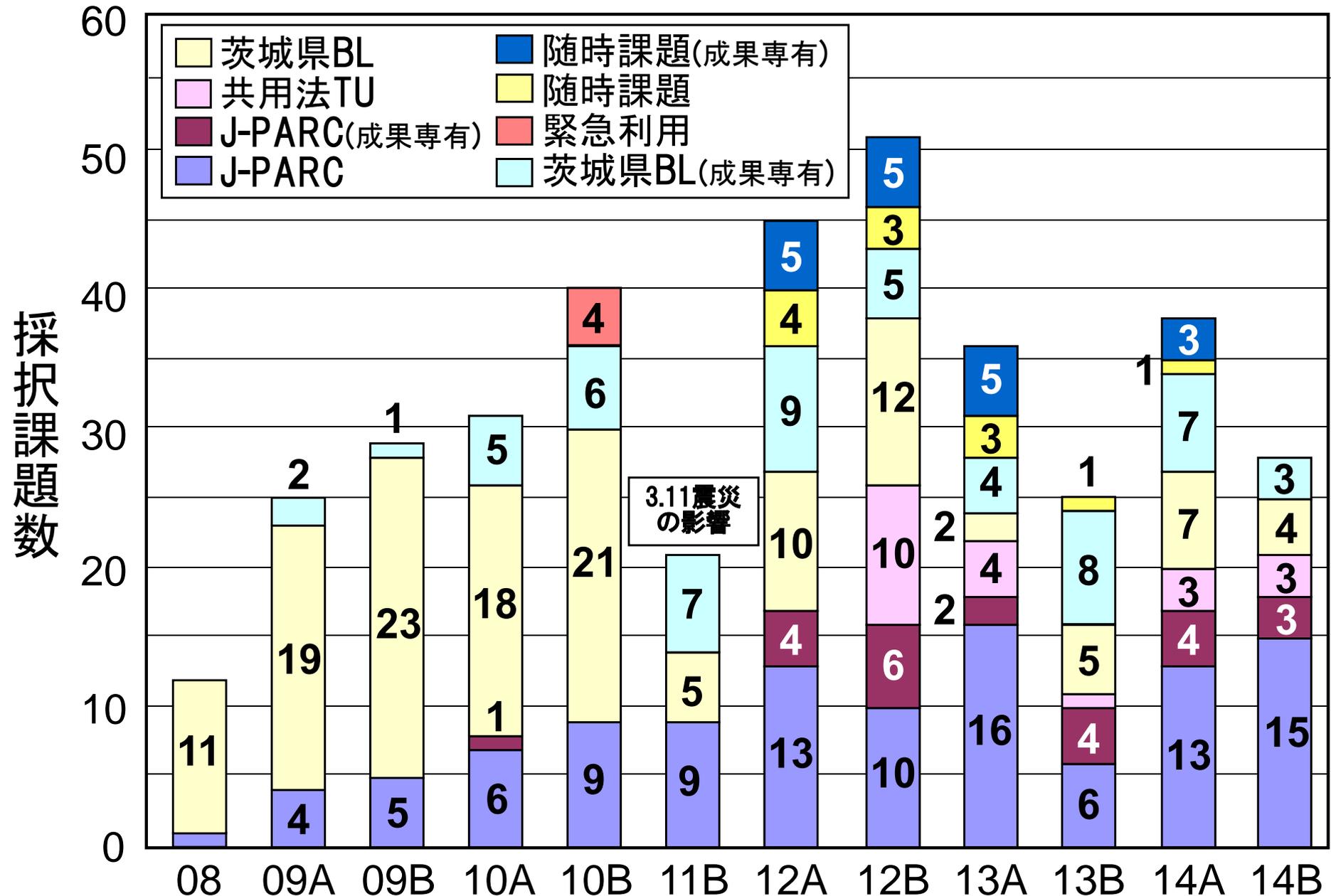
課題数:174件



2014B採択課題の利用装置分類



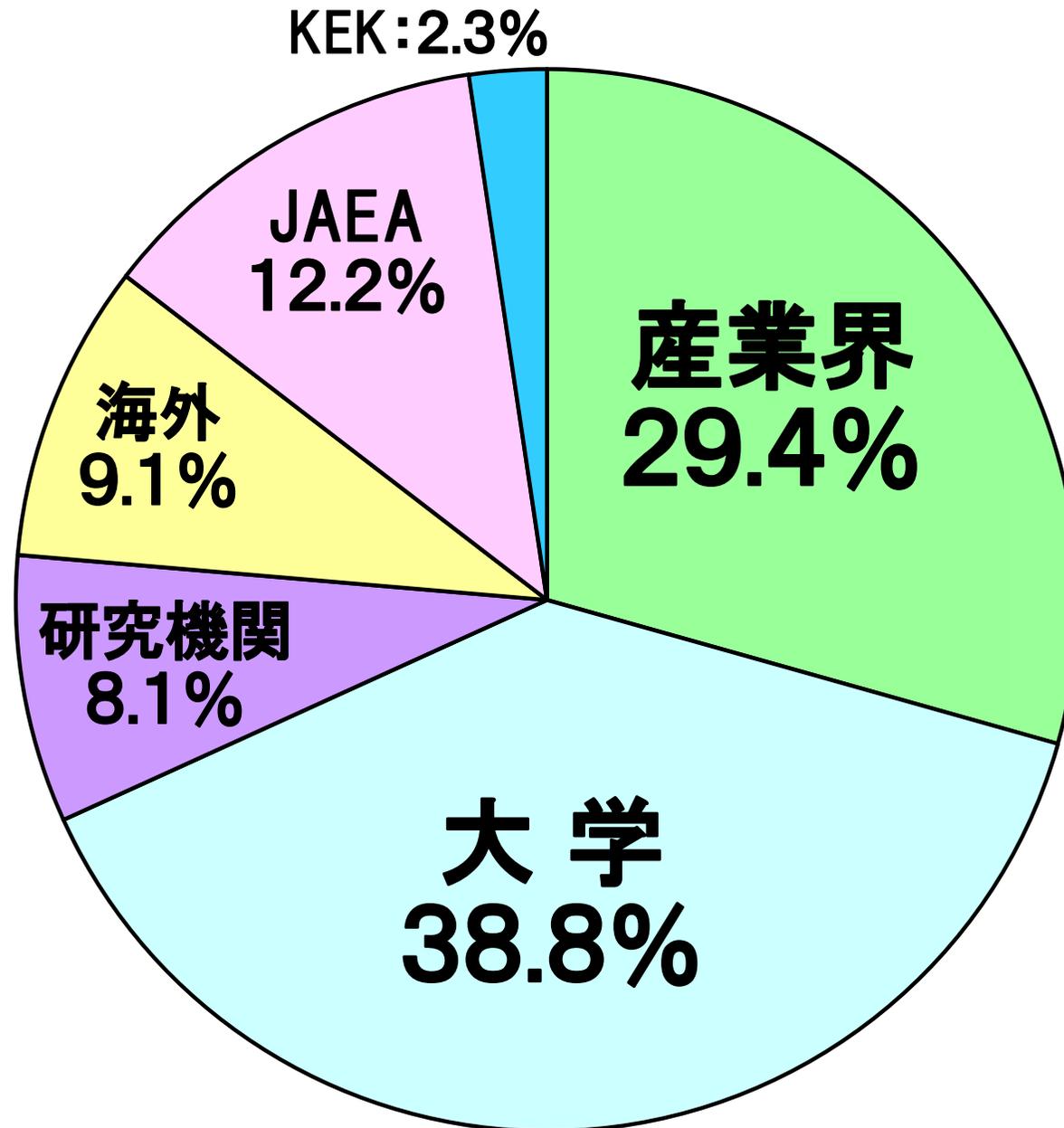
J-PARC/MLFにおける産業利用採択課題



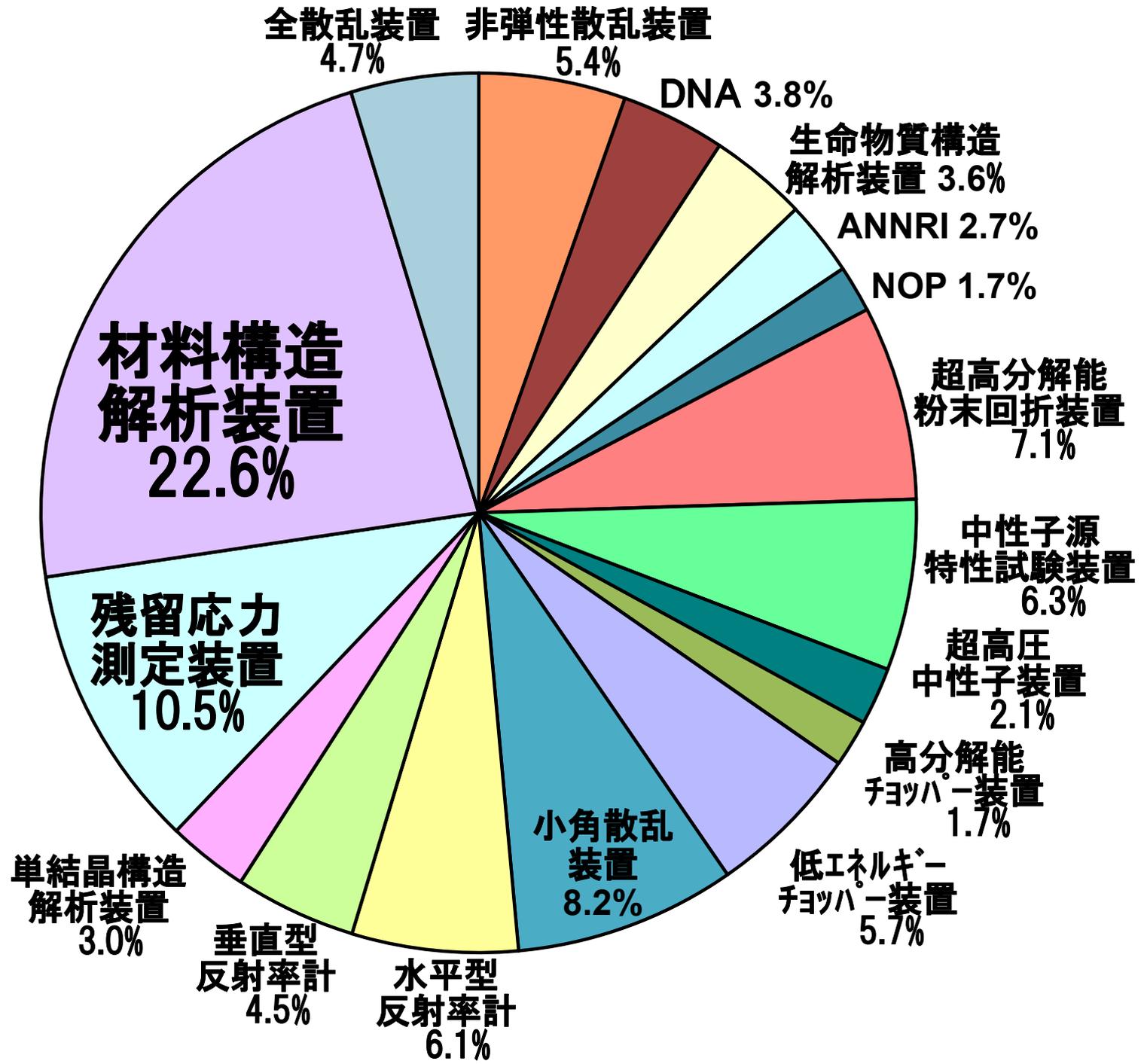
2012A以降iMATERIAでは106件中54件(51%)が成果専有

2008～2014Bにおける採択課題の申請元

装置Grとプロジェクト利用を除く課題数:1,277件

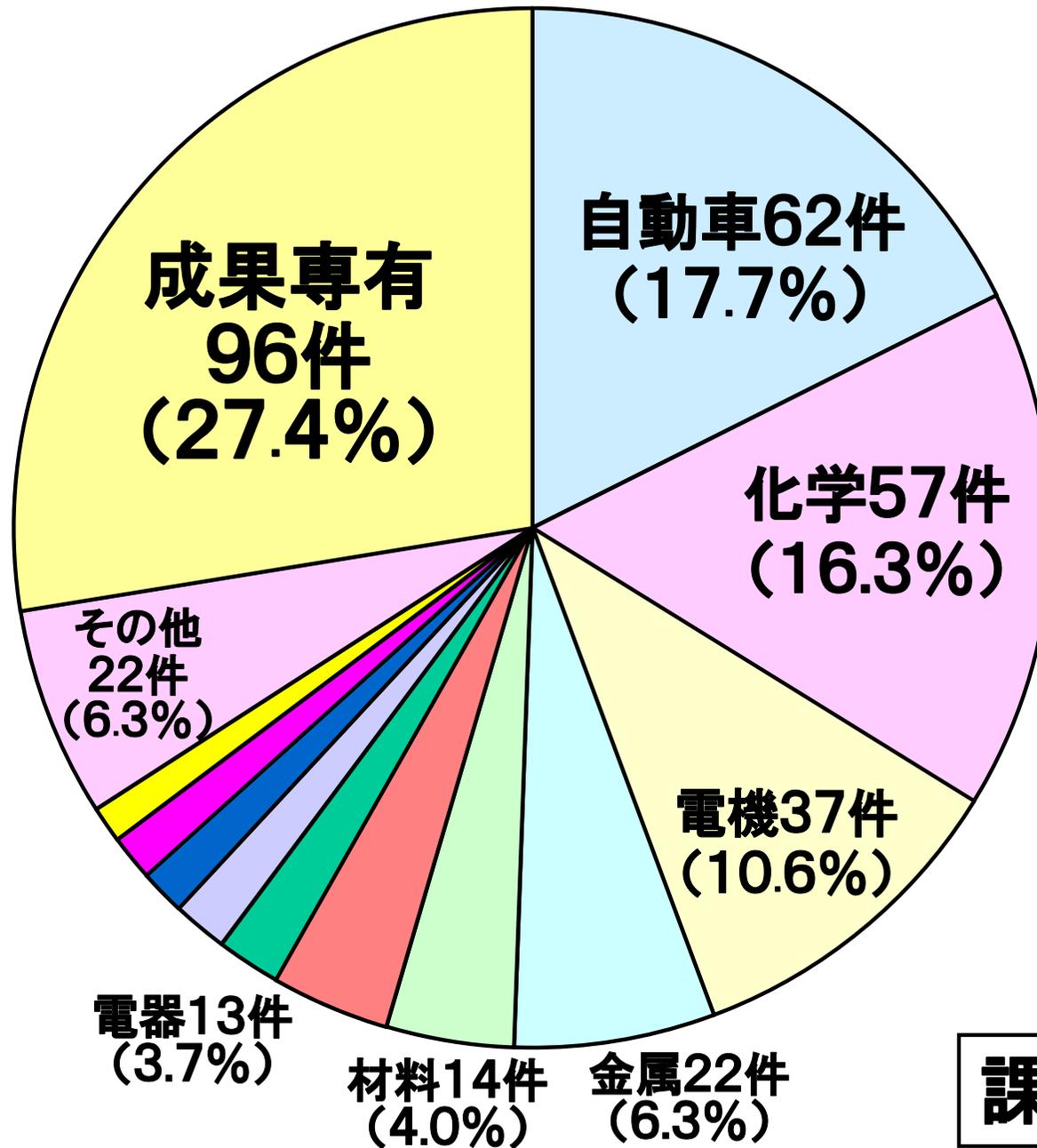


2008～2014Bにおける採択課題の利用装置



J-PARC/MLFにおける産業利用採択課題(-2014A)

2011Aを除く合計:350件



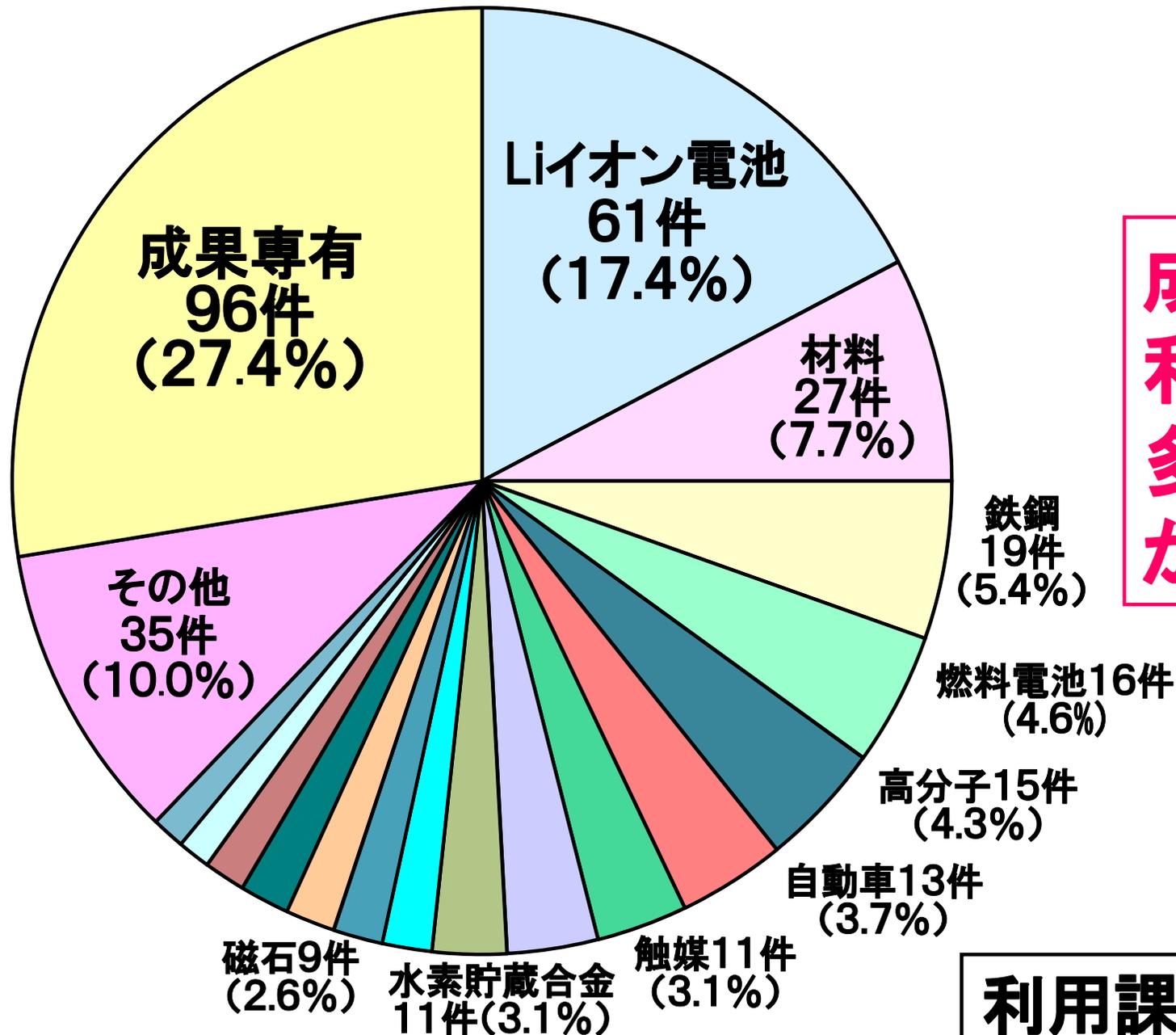
幅広い業種
の企業が
利用

成果専有が
1/4以上

課題申請元分類

J-PARC/MLFにおける産業利用採択課題(-2014A)

2011Aを除く合計:350件



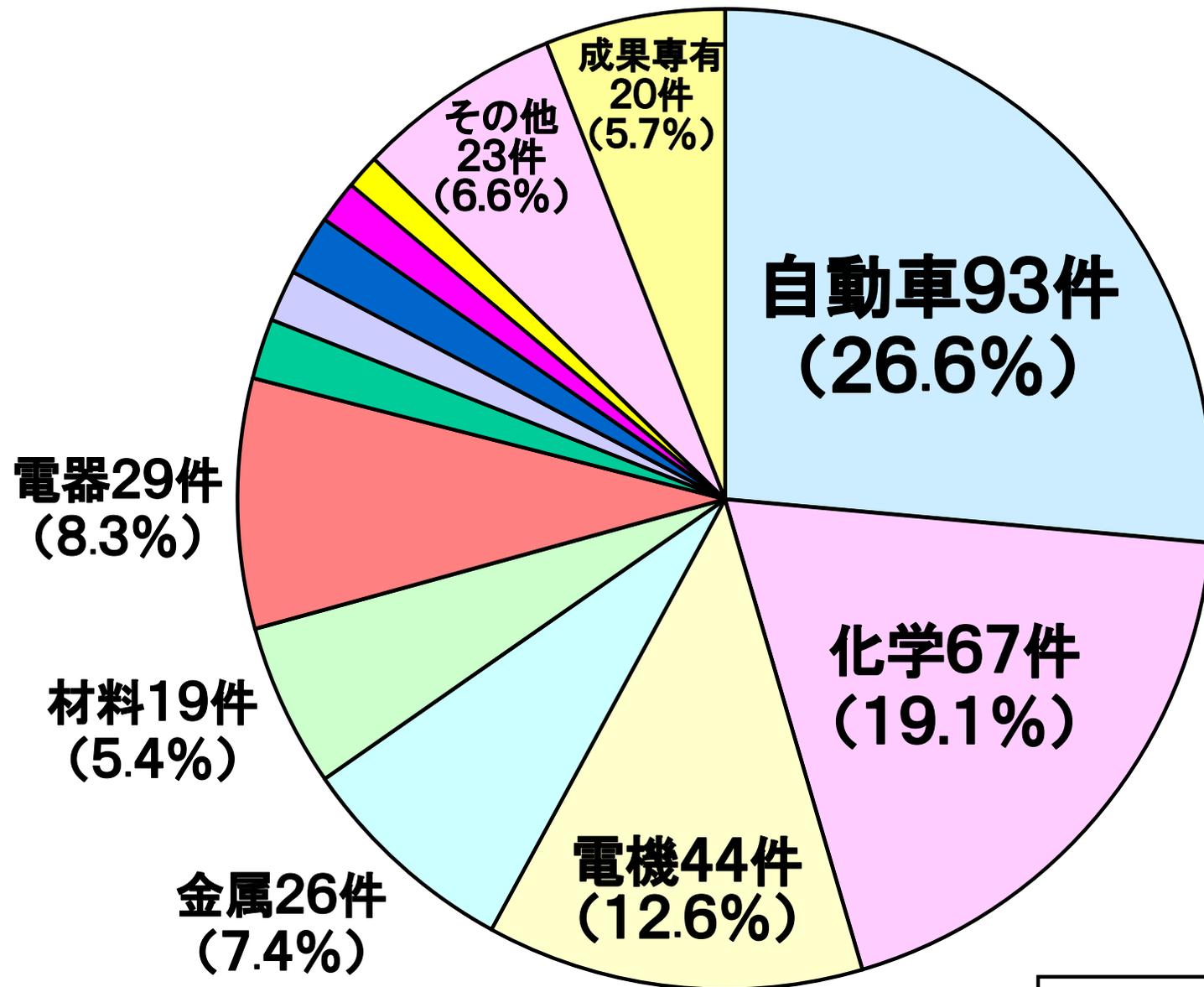
成果公開
利用では
多くの製品
が対象

利用課題別分類

J-PARC/MLFにおける産業利用採択課題(-2014A)

2011Aを除く合計:350件

茨城県BLの成果専有を分類



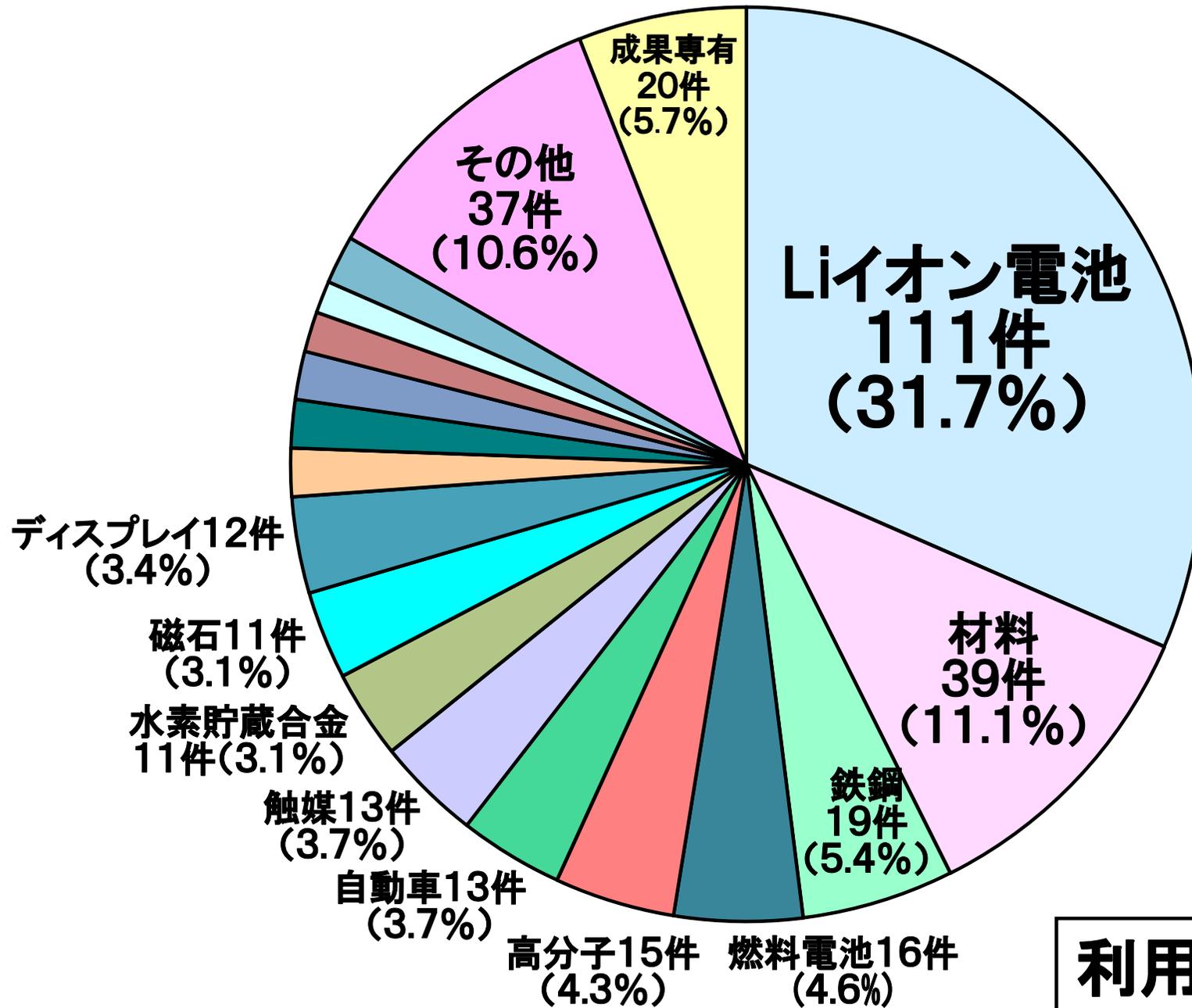
自動車が約1/4, 化学が約1/5を占める

課題申請元分類

J-PARC/MLFにおける産業利用採択課題(-2014A)

2011Aを除く合計:350件

茨城県BLの成果専有を分類



Liイオン電池材料の研究が30%以上

利用課題別分類

ご清聴ありがとうございました。

**茨城県のiMATERIAとiBIXの
ご利用をお待ちしています。**

**J-PARC/MLFと茨城県BLの利用成果報告書
へのアセス方法**

中性子産業利用推進協議会のHP

<http://www.j-neutron.com/>

において「実験報告書」をクリック