

平成18年12月26日

# 他分野との学術的な連携、産業連携

自然科学研究機構 核融合科学研究所  
大型ヘリカル研究部  
研究総主幹 小森彰夫



# 連携研究推進センター

所長  
本島 修

副所長

広報室

評価情報室

核融合アーカイブ室

安全衛生推進部

管理部

技術部

大型ヘリカル研究部

プラズマ制御研究系

高温プラズマ物理研究系

高周波加熱プラズマ研究系

粒子加熱プラズマ研究系

炉システム・応用技術研究系

理論・データ解析研究系

理論・シミュレーション研究センター

炉工学研究センター

安全管理センター

連携研究推進センター

学術連携研究室

産学連携研究室

原子分子データ研究室

計算機・情報ネットワークセンター

○ 平成15年1月に科学技術・学術審議会  
学術分科会基本問題特別委員会核融合研  
究ワーキング・グループの報告書「今後の  
我が国の核融合研究の在り方について」

○ 法人化



共同利用・共同研究の展開  
連携研究の強化

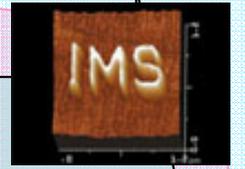
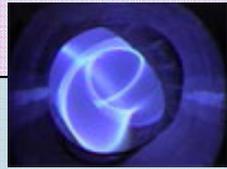
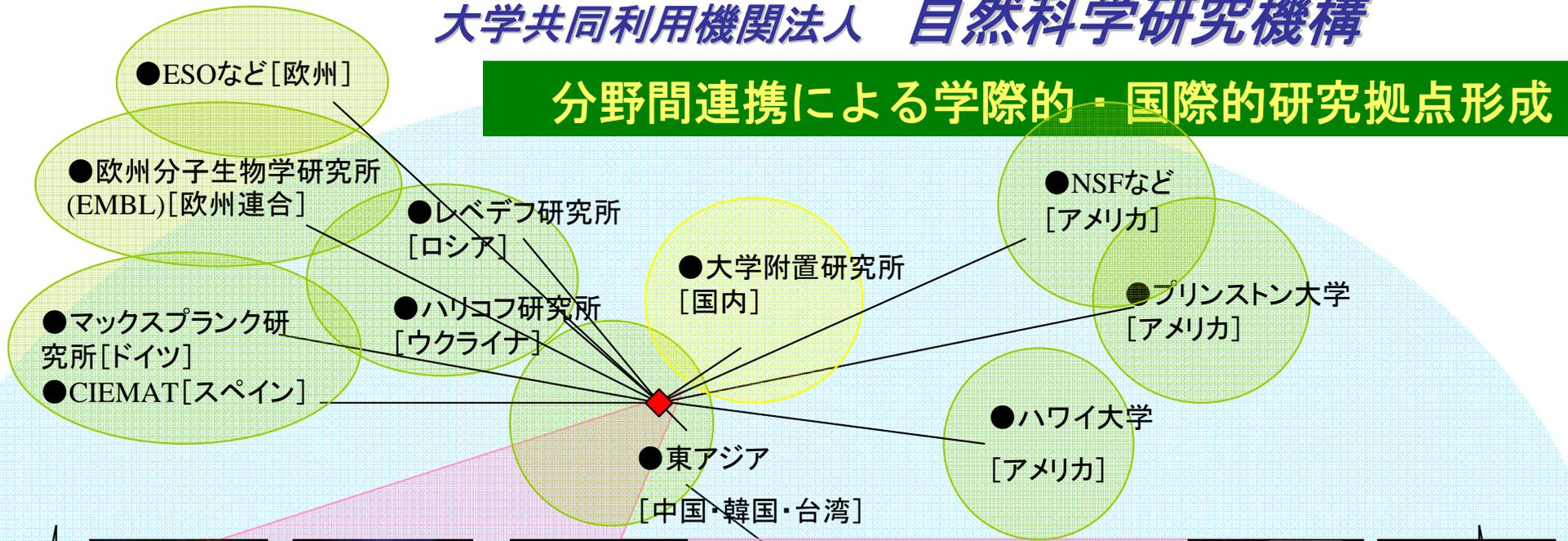


組織の見直し  
連携研究推進センターの誕生

機構(他分野との連携)  
慣性  
ITER

専任、併任合わせて27名

分野間連携による学際的・国際的研究拠点形成



- ・国際的な共同研究の実施
- ・分野間連携の促進

イメージングサイエンス、自然界における階層と全体...

研究連携委員会・研究連携室

国際的共同研究拠点形成

- ・欧州分子生物学研究所(EMBL) [欧州連合]など

学際的共同研究拠点形成

- ・大学附置研究所など

機構の体制

国際戦略本部・国際連携室

- ・国際戦略の策定
- ・国際的な研究者コミュニティの形成

平成17年度に設置

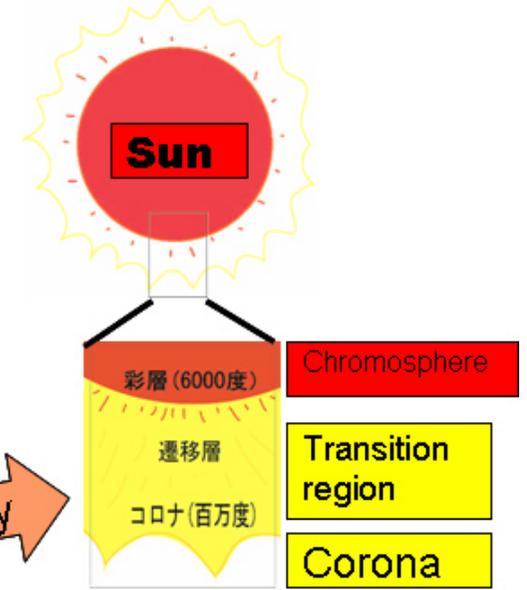
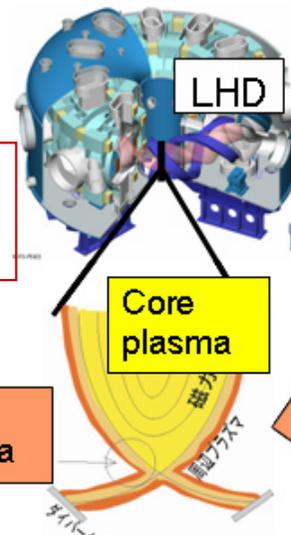
実施は核融合科学研究所に付託  
天文学と核融合科学の連携

LHDとSolarB衛星研究協力、宇宙プラズマシミュレーション



# 地上の太陽で宇宙を探る

LHDで共同研究を実施



鉄イオンに対する衝突輻射モデル構築

鉄イオンに対する原子データの生産と評価

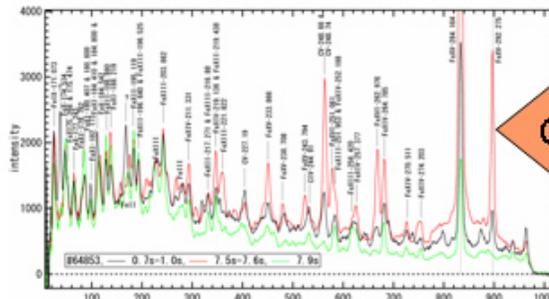
LHDからの鉄イオンスペクトルを測定し非平衡原子モデルにより解析モデルを検証

我々のモデルをSolarB人工衛星で得られた太陽スペクトルへ適用  
コロナ加熱機構を解明

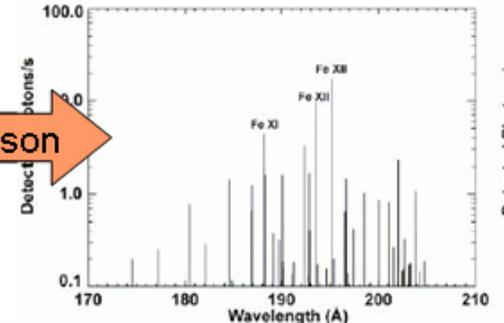
我々のモデルにより宇宙の寿命が変わるかも知れない

Similarity

Spectroscopy



Comparison



Active Verification

Fe ion spectrum

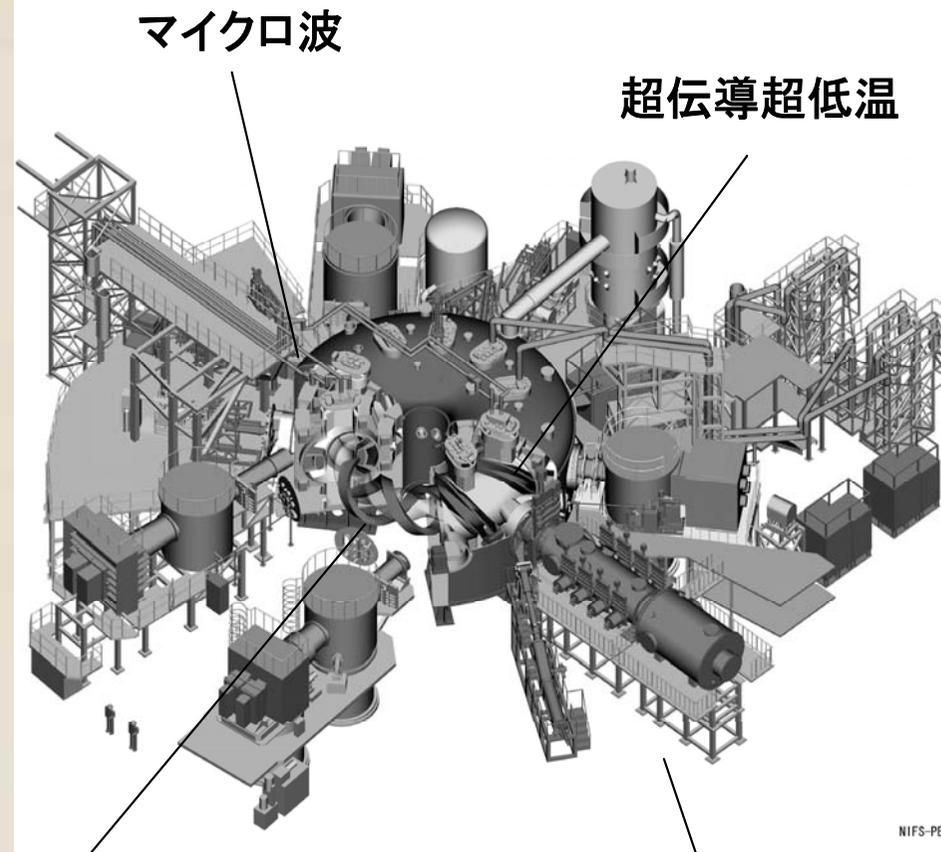
**non-equilibrium ionization model**



Atomic data

Physics of non-equilibrium plasma; Impurity transport; Radiation collapse; Coronal heating; Solar flare

- 地元貢献
- 環境、医療、平和
- 省資源、省エネルギー



ダイバータ  
プロセスプラズマ  
原子・分子データ

大量計測データの  
転送技術



# 産学連携推進室の活動概要(研究費ベース)

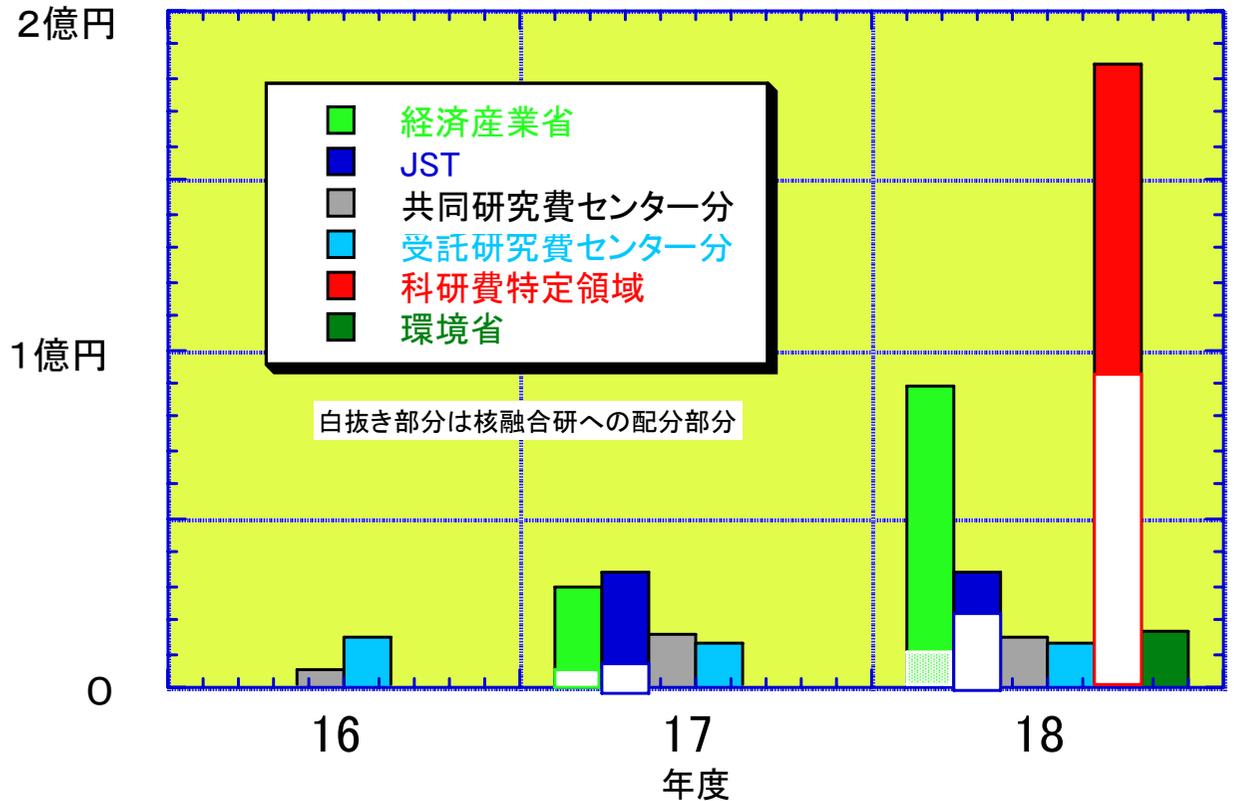
## 産学連携推進室 競争資金

外部競争資金を積極的に導入・活用(学術として公開知財として活用)

採択率50%(実績)

民間等との共同研究  
(守秘義務有り、非公開)

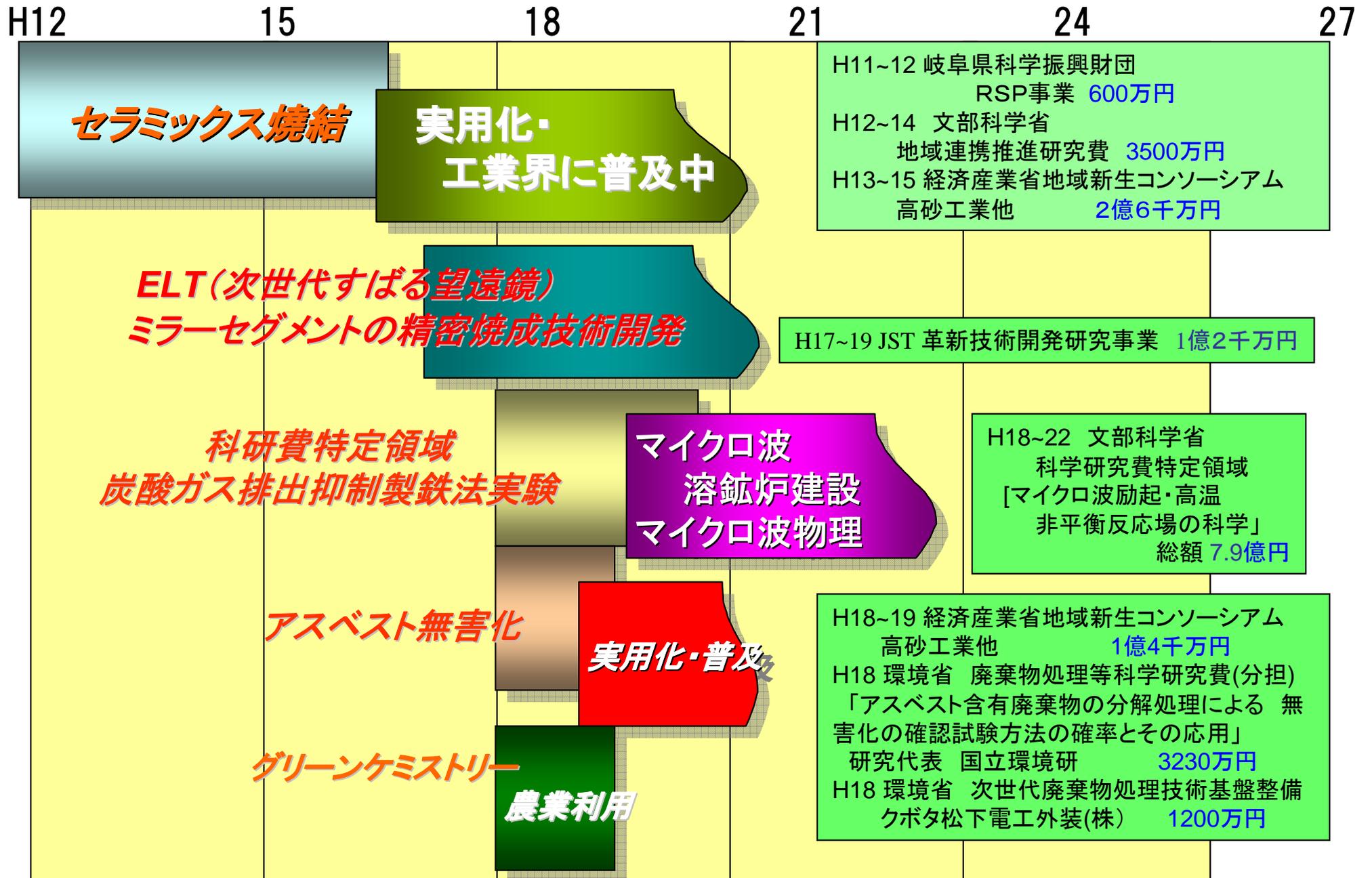
獲得総額



	H16	H17	H18(8月)
民間等との共同研究	8,859,000	20,427,000	21,194,000
受託研究	16,245,250	12,933,400	10,925,000
計(円)	25,104,250	33,360,400	32,119,000
累計(円)			90,583,650



# 産学連携推進室の成果(マイクロ波イノベーション)





# セラミックス焼成 - 実用化までの道のり -

FY2000

原理実証

2001

焼成技術確立

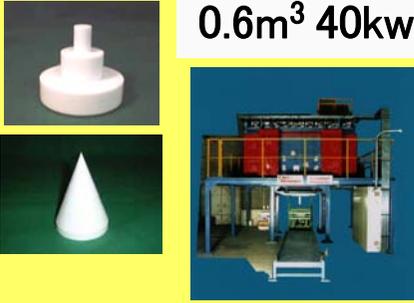
2002

2003~4

実用化

等温断熱壁の原理  
シーズ技術

**陶磁器焼成炉**  


**バッチ処理炉**  
0.6m<sup>3</sup> 40kw  


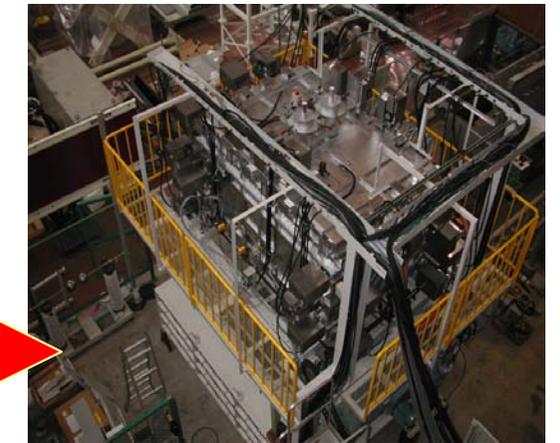
**連続焼成炉実証炉**  
5kg / 時間, 48kw  


**品質試験合格**  


**IC用大型品の焼成試験に成功**  




2m<sup>3</sup> 90 kw



1トン / 日, 120kw





# 機構内連携と産学連携

マイクロ波加熱 工業用セラミック製造技術  
半導体製造装置 から 宇宙まで

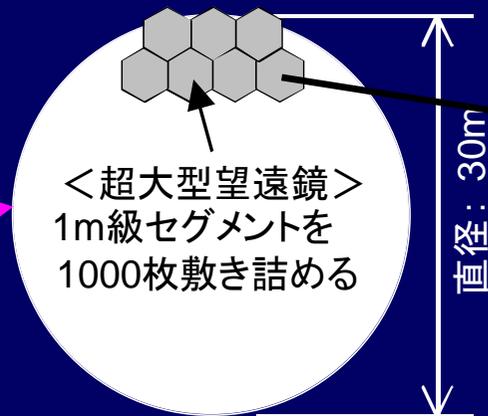
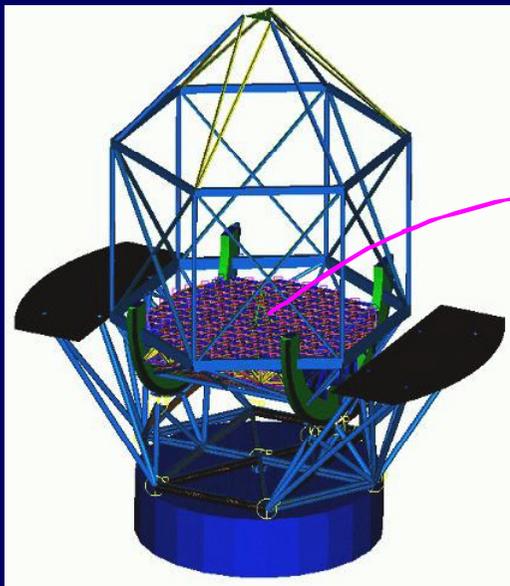
平成17～19年度 超精密焼成技術

「次世代すばる望遠鏡(直径30m) 反射鏡 セグメントの精密焼成

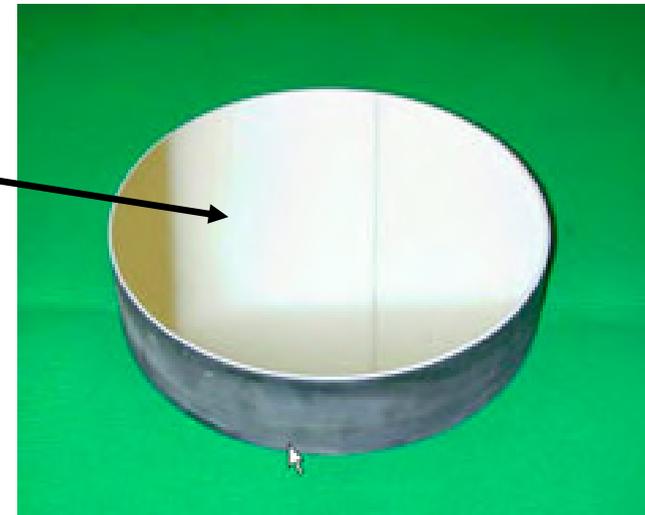
機構内連携／産学連携 核融合研・国立天文台／太平洋セメント・日本セラテック(株)

科学振興機構 革新技术研究開発事 17～19年度、1億2千万円

## 目標:次世代超大型望遠鏡実現の基盤



ZPF(ゼロ膨張)セラミックス製  
1m級反射鏡セグメントの  
製造技術を開発



Confidential

NIHON  
CERATEC  
2005.7.7



# アスベストの迅速無害化処理

なぜマイクロ波なら可能か？

- 高温によるアスベスト繊維の崩壊
- 非熱平衡（温度差）による結晶転移

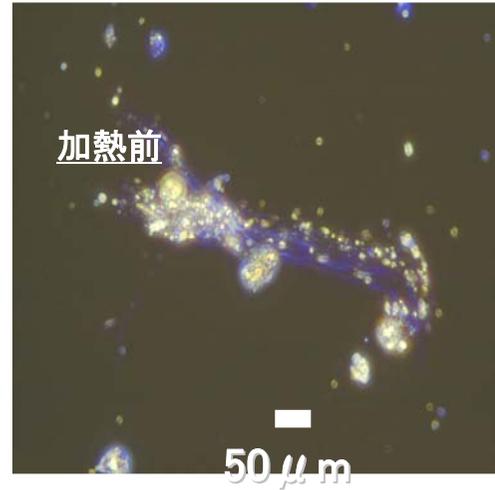
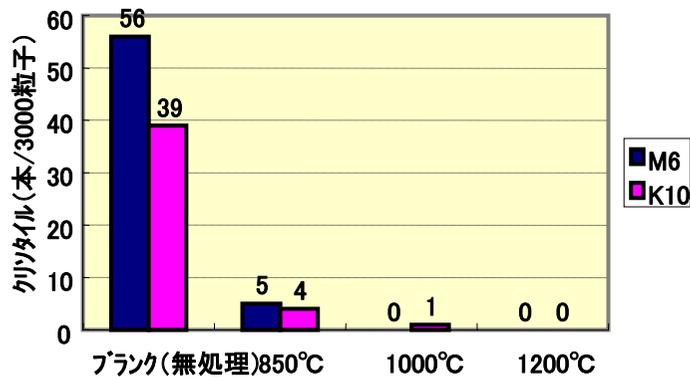


比較的低温(1,200℃以下)での無害化

消費エネルギーが少ない

アスベスト処理実験結果

処理温度とクリソタイル本数



(位相差顕微鏡・倍率400×)

## 経済効果

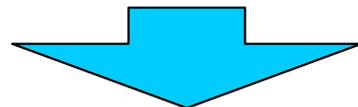
- 5年後の廃棄量は100万トン／年以上と予測
- エネルギー消費量が溶融法の数分の1
- 埋め立て処理のコストは 6万円／トン、マイクロ波処理のコストは2～3万円／トン
- マイクロ波処理装置による市場シェアを10%と仮定



マイクロ波装置による市場規模は20～30億円／年

- 処理時の飛散を完全に防止できる処理装置
- 完全に無害化され、セメント原料としてリサイクル

試験体:アスベスト含有スレート瓦



マイクロ波1000℃30分処理でアスベストは消失したと思われる

有害な2次生成物が出ない



# マイクロ波溶鉱炉・マイクロ波物理

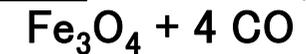
科研費平成18年度特定領域  
「マイクロ波励起・高温非平衡反  
応場の科学」

高純度銑鉄を得るために必要な炭素の総量

在来の高炉



炭素の燃焼



製鉄業は、我が国の炭酸ガス排出の12%、このうち、溶鉱炉が7割(8%)  
溶鉱炉の排出を半減すると -4%削減、京都議定書 -6%に大きく貢献

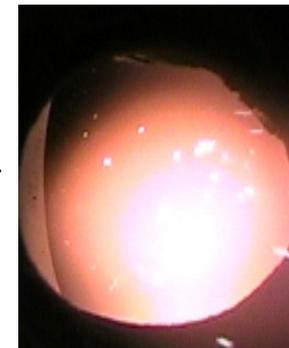
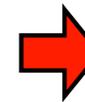
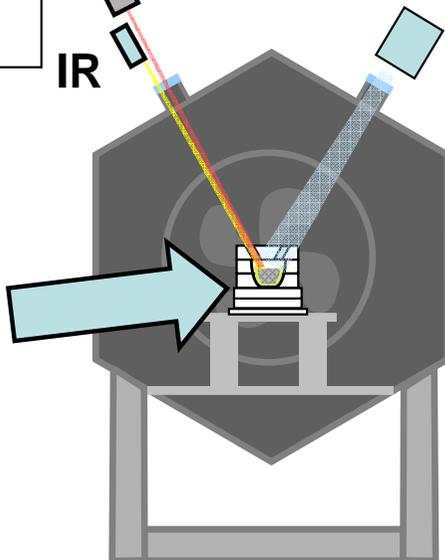
還元に必要なモル数の炭素



磁鉄鉱と炭素の  
混合粉末

可視分光器

IR



スラグなし  
収率95%以上



高純度銑鉄が  
出来る

Video camera

mw

マイクロ波窒素雰囲気炉



# マイクロ波製鉄高炉の工程

マイクロ波の電界で炭素を加熱  
磁界で酸化鉄を加熱



必要な炭素は在来高炉の半分だけ



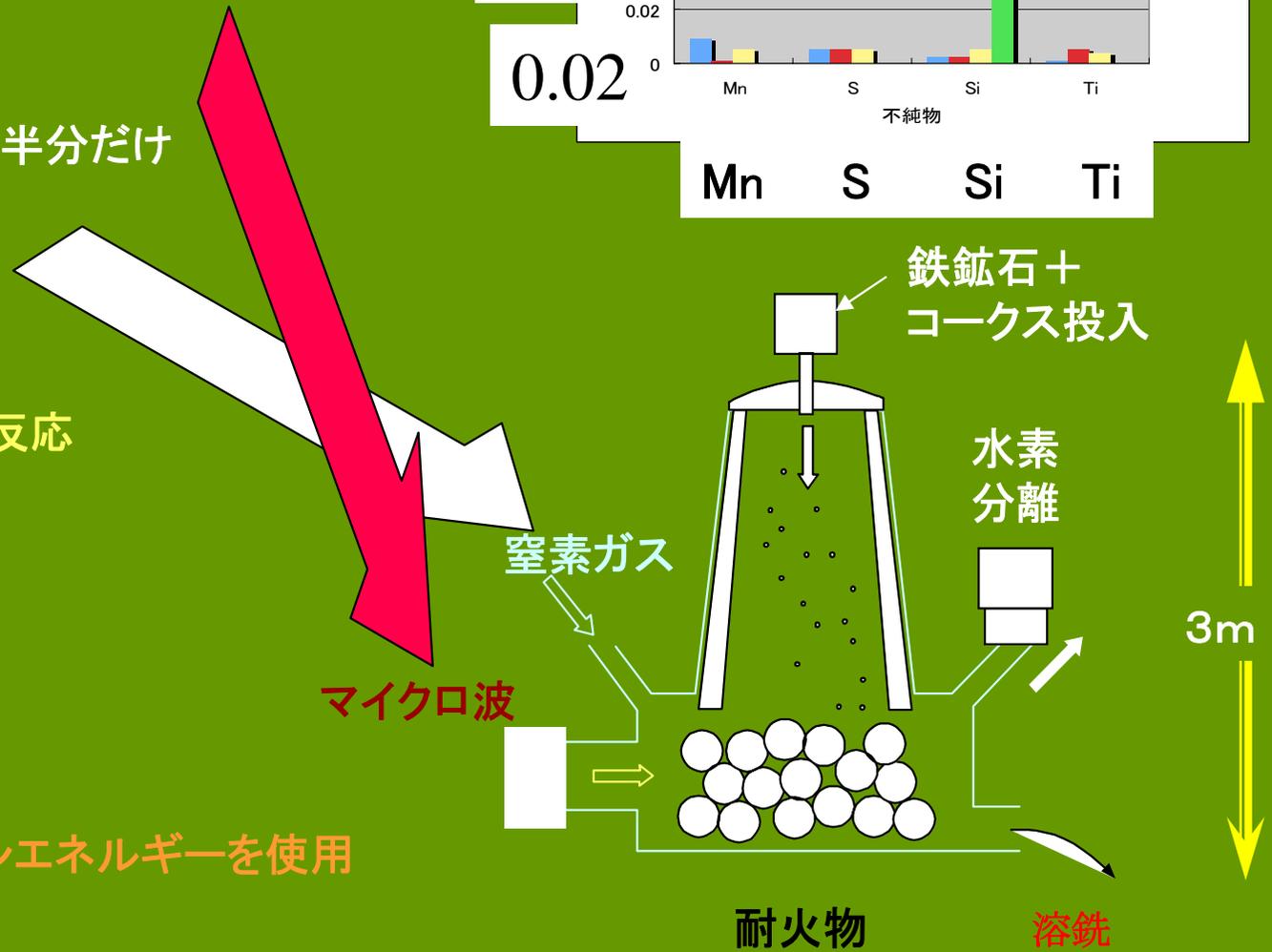
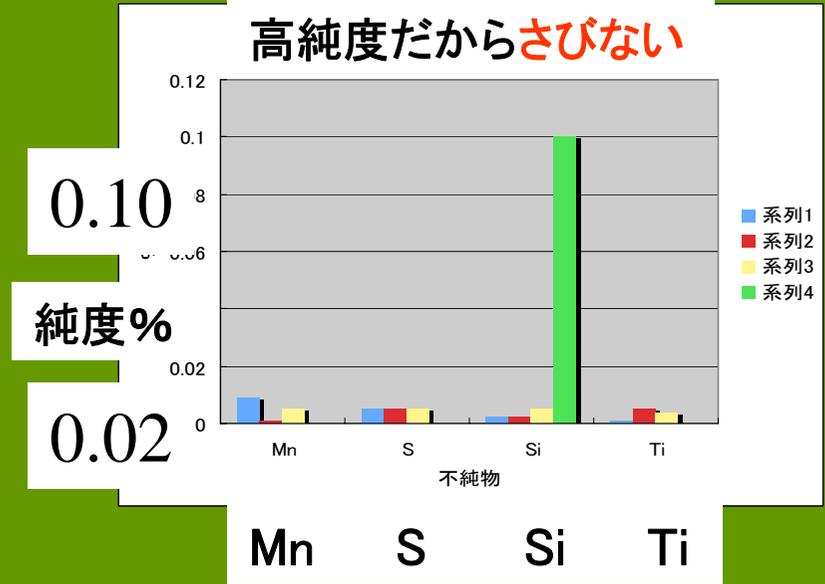
微砕分の利用  
接触大: 非平衡、固固反応

短時間20分  
高効率  
高純度  
小型

炭酸ガス排出抑制製鉄へ  
電力に核融合発電等、クリーンエネルギーを使用

高品位・省資源

低品位鉱石の利用、資源の有効活用  
高純度であるから、後工程も簡略化、省エネ





## 今後の課題

---

### ○他分野との学術的な連携研究

- ・より多くの分野と連携研究を進める

### ○産業連携

- ・マイクロ波を用いた学術研究、産業連携をさらに推進する
- ・低温、超伝導、真空等の分野においても、産業連携を活性化する

※ 本研究所では、プラズマ研究を軸とした産業連携が運営の基本方針

そのためにはプラズマの知識があり、その知識を広く産業にも活用できる実社会と繋がった人造りが不可欠である

本研究所は、岐阜県の人材養成事業である「賢材塾」を全面的に支援、さらに、地域の学卒、または修士卒の社会人に、総合研究大学院大学の在職学生制度を活用している

※ 産業連携の規模と携わる研究者数の適正化を図る必要がある



一方、新たに事業を創出する可能性が見込まれる案件に関して、大学等発ベンチャー創出事業への応募、有限責任事業組合の出資等を通じて、人材の育成、社会への貢献を進めることも考慮



# まとめ

- これまでは、平衡状態の科学、応用が、主流であったが、核融合科学研究所が行っている他分野との学術的な連携、産学連携では、「非平衡」がキーワードとなっている。

↑  
プラズマの非平衡性の自然な発展！

- 特に、この非平衡を用いて物質、即ち文明を作り出すと云うことは、人類の歴史において未だ前例を見ないものである。

マイクロ波溶鉱炉 ・マイクロ波物理における

- ・通常の平衡加熱では不可能な高速・高効率な化学反応、
- ・平衡酸素分圧の低下によるクリーンな迅速製錬技術、
- ・物質の電子構造に直結するエネルギー経路による金属ガラス、高機能材料の生産等

↓  
21世紀の新産業を創出する大きな可能性を秘めた物質科学の新領域である。

## マイクロ波応用の学術・産業スパイラル

