

平成 1 0 年 度 概 算 要 求 総 括 説 明 資 料

国 立 機 関 原 子 力 試 験 研 究 費

平成 9 年 7 月 1 8 日

科 学 技 術 庁

金 属 材 料 技 術 研 究 所

平成10年度 金属材料技術研究所原子力研究予算要求について

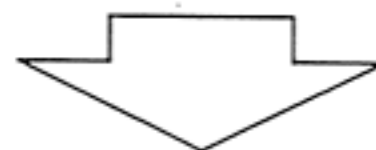
平成9年7月18日
金属材料技術研究所

【基本方針】

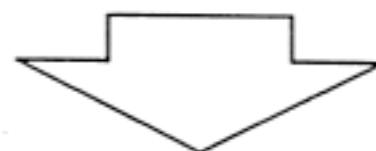
金属材料技術研究所は、今年3月に策定した金属材料技術研究所第5次長期計画に基づき、材料科学の基礎的・先導的研究の推進、社会的・経済的ニーズへの積極的な対応及び国際的研究開発拠点としての基盤構築を基本方針として、材料研究を一層強力に推進していくこととしており、原子力研究についても、この理念に基づいて積極的に研究を推進する。

平成10年度の概算要求に当たっては、材料科学に基づく基盤的な材料研究を推進するとともに、社会的ニーズへの対応として材料信頼性の観点から原子力安全研究を進める等、より一層の原子力材料研究を積極的に推進することを基本方針とする。なお、先般策定された原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画及び原子力施設等安全研究年次計画を踏まえ研究を推進する。

原子力委員会・核融合会議	◎大型プロジェクトの推進
原子力安全委員会・原子力施設等安全研究専門部会報告	◎原子力施設の安全基準、指針等の整備及び安全性向上
原子力委員会・基盤技術推進専門部会報告	◎基盤技術開発の重点的推進



金属材料技術研究所の基本方針（第5次長期計画）	◎材料科学の基礎的・先導的研究の推進 ◎社会的・経済的ニーズへの積極的な対応 ◎国際的研究開発拠点としての基盤構築 ・材料科学の基礎的要素技術、材料特性に関する研究の推進 ・目標達成型基礎研究の推進 ・大型実験施設を利用した基礎研究の推進 ・長期的展望に基づく材料基盤情報に関する研究の推進 ・国際的研究開発拠点としての基盤構築
-------------------------	--



平成10年度原子力研究予算要求方針	◎大型プロジェクトのための先導的材料の研究開発の推進 ◎原子力安全研究の推進 ◎材料科学に基づく基盤的な材料研究の推進 ・先進的原子力材料の照射劣化抑制に関する研究 ◎産・学・官の有機的連携による総合的研究の推進
-------------------	--

平成10年度原子力試験研究費概算要求分類別総括表

○印は平成10年度新規提案研究課題

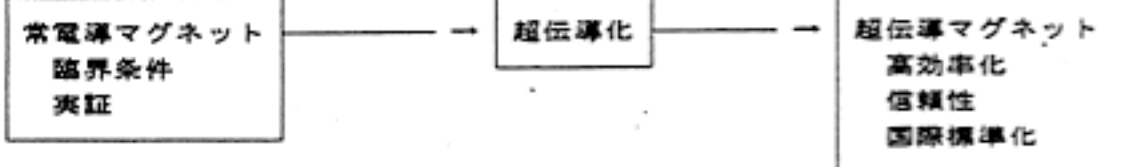
(単位：千円)

分類	研究課題	研究期間	前年度 予算額	平成10年度 概算要求額	対前年度 比較増△減額	備考
核融合	1) 超伝導材料の安定性に関する研究 2) 低放射化核融合炉構造材料における核変換元素の影響	06～10 08～12	22,764 22,279	16,276 27,991	△ 6,488 5,712	
安全研究 工学的安全研究	3) 軽水炉用構造材料の高経年劣化損傷評価の高度化に関する研究 4) クリープ損傷評価に基づく高速炉の接合部材の余寿命予測に関する研究	08～12 08～12	19,210 9,319	18,645 16,044	△ 565 6,725	
先端的基盤研究 原子力用材料	5) 極限粒子場における材料損傷の計測評価・制御技術の開発に関する研究 6) 材料照射損傷による原子レベル組成変動と物性変化の分析・評価に関する研究 7) 基盤原子力用材料データフリーウェイ利用技術に関する研究 8) 同位体制御材料の機能と応用に関する研究 ⑨) 先進的原子力材料の照射劣化抑制に関する研究 (照射下での材料変形破壊に関する研究) 終了	04～10 07～11 07～11 09～13 10～14 終了	125,722 35,890 17,785 9,104 0 9,073	153,554 51,803 24,143 22,888 36,788 0	27,832 15,913 6,358 13,784 36,788 △ 9,073	
放射線ビーム利用 先端計測・分析技術	10) 核融合炉用高温超伝導体の極低温その場観察・解析技術に関する研究 11) 励起中性粒子線の基礎技術に関する研究	06～10 09～13	27,449 35,754	36,595 40,623	9,146 4,869	
総合的研究 原子力用材料	12) 複合環境用材料の表面反応・欠陥成長過程の実時間解析と表面物性評価	06～10	48,872	23,768	△ 25,104	
放射線ビーム利用 先端計測・分析技術	13) 放射光を利用した極微量照射欠陥の解析技術の確立	06～10	21,021	20,434	△ 587	
原子力計算科学 技術	14) 原子力用材料の微視組織を考慮した計算力学特性解析法及び組織構成最適設計法の開発	06～10	24,046	14,106	△ 9,940	
その他	15) 特定装置の維持運営に必要な経費	S62～	28,771	28,771	0	
合 計			457,059	532,429	75,370	

原子力委員会
核融合会議（核融合炉開発）

1. 超伝導材料の安定性に関する研究
(継続：平成6年～10年度)
→核融合炉の信頼性の確保及び高性能化

要求額 16(23)



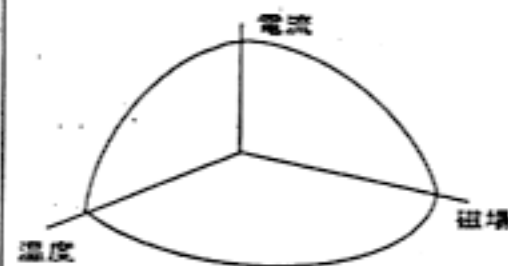
超伝導体の評価

【通常の評価】

臨界温度（抵抗－温度曲線）
臨界磁場（抵抗－磁場曲線）
臨界電流（抵抗－電流曲線）

【安定性の評価】

臨界面（温度－磁場－電流曲面）



超伝導臨界面測定システムの開発

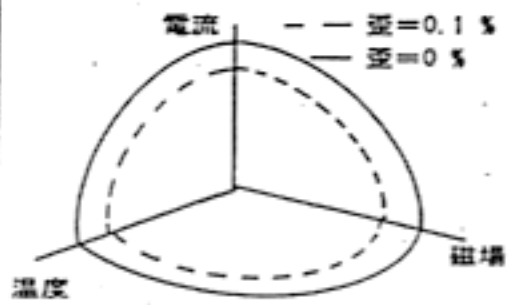
超伝導線材（複合体）の評価

【通常の評価】

臨界温度（抵抗－温度曲線）
臨界磁場（抵抗－磁場曲線）
臨界電流（抵抗－電流曲線）
応力・歪効果（電流－歪曲線）

【安定性の評価（応力下）】

臨界面（温度－磁場－電流－歪曲面）



個別的データ集積

標準的且つ特異な
測定システム

系統的データ集積

《材質損傷評価並びに材料劣化と耐環境特性の相互作用の解明》

2. 低放射化核融合炉構造材料における核変換元素の影響
(継続：平成8年～12年度)
→中性子照射による核変換効果の影響の解明

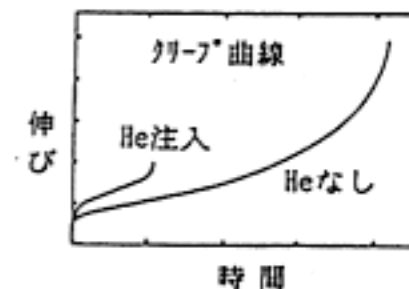
要求額 28(22)

☆中性子照射でH, Heを注入した試験片（中性子による核変換を模擬）を使用
☆各種候補材料（ニッケル、銅、鉄合金等）の性能を比較・検討・評価

(1) 力学特性データの取得及び評価

照射後試験

・クリープ試験
引張試験
↓
・注入量依存性
温度依存性
応力依存性



H, He感受性の比較

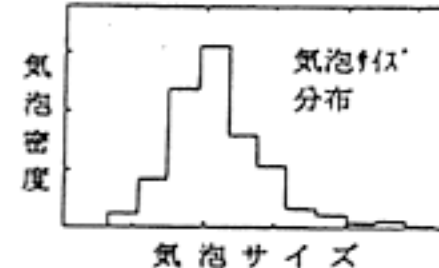
供試材料の総合評価

核融合原型炉低放射化構造材料開発

(2) 材料組織観察及び評価

組織観察・分析

・電子顕微鏡(TEM, SEM)
光学顕微鏡
・組織解析(画像解析)
元素分析(微小領域)
↓
・実組織データ



力学特性との相関

(3) 特性変化機構の解明

機構モデル構築

・定量組織データの活用
↓
・核変換ガス気泡効果
原子状核変換元素効果

機構の解明

合金設計指針

$$f_i = f_i(\phi) \frac{V \Omega}{k T \phi}$$

$$\phi = \ln s$$

$$s = \frac{Z_i^2 D_i C_i - Z_j^2 D_j C_j}{Z_i^2 D_i C_i}$$

$$f_i(\phi) = \sum_{l=1}^n b_l \phi^l$$

《核融合原型炉用低放射化構造材料の開発》

原子力安全委員会
原子力施設等安全研究専門部会（軽水炉、高速増殖炉等の工学的安全性）

3. 軽水炉用構造材料の高経年劣化損傷評価の高度化に関する研究
（継続：平成8年～12年度） 要求額 19(19)
→軽水炉用構造材料の設計基準等の設計裕度の定量化

材質劣化模擬材料の作製

材質劣化模擬材料

- ・熱時効脆化模擬材料
- ・水素脆化模擬材料

材質劣化特性評価

- 材質劣化モニター手法の高度化
（TEM・分散型X線解析法）
- ・結晶粒界での析出元素同定
 - ・鋼中不純物の溶解評価
 - ・硬さ試験

(1) 材質・環境劣化相互作用

環境劣化損傷発生試験

- ・Uベンド試験
- ・CERT試験
- ・腐食疲労試験
- ・電気化学試験

環境劣化損傷の
ミクロ評価

- ・原子間力顕微鏡等による劣化損傷発生
の素過程と機構解明

微視的損傷と
巨視的損傷との
相関の検討

(2) レーザ処理法等
による材質劣化
損傷回復評価

レーザ法等による模擬局部損傷材料の作製と評価、
模擬劣化材によるSCC等の環境特性評価と損傷
回復特性評価

(3) 材料劣化損傷領域
線図作成

原子炉構造物設計における
材料選択、材料損傷予測、
余寿命予測等に資する。

《材質損傷評価並びに材料劣化と耐環境特性の相互作用の解明》

4. クリープ損傷評価に基づく高速炉の接合部材の余寿命予測に関する研究
（継続：平成8年度～12年度） 要求額 16(9)
→クリープ損傷の非接触計測・シミュレーション技術の確立

備品

実験

シミュレーション

試験材料の入手

溶接継手製作

試験片加工

クリープ損傷導入

継手部の
多軸応力状態

マクロ変形シミュレーション

画像・データ解
析装置

ミクロ組織の定量化

炭化物の析出
δフェライト分解
σ相析出

クリープ損傷の定量化

ミクロ組織のシ
ミュレーション

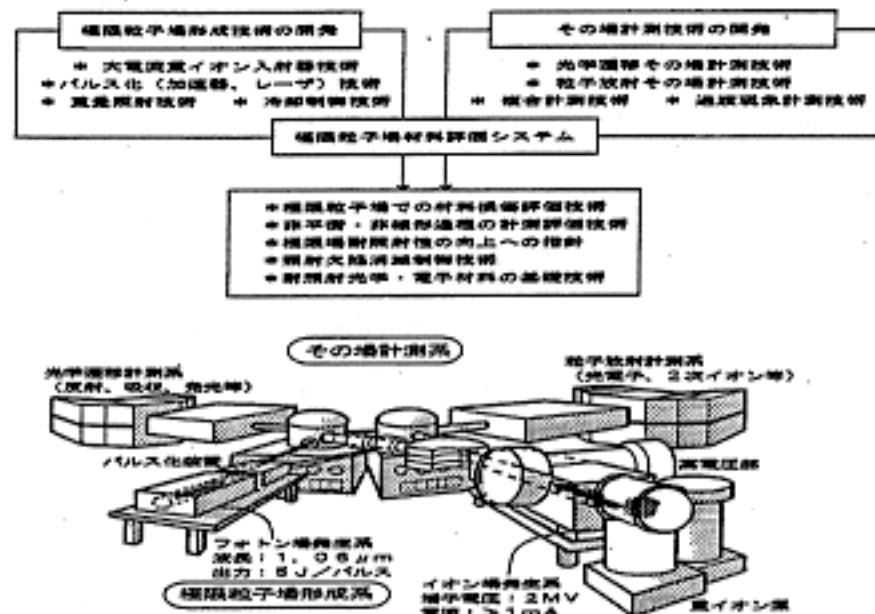
クリープ損傷評価技術の確立

《高速炉用接合部材の余寿命予測の確立》

原子力委員会
基盤技術推進専門部会

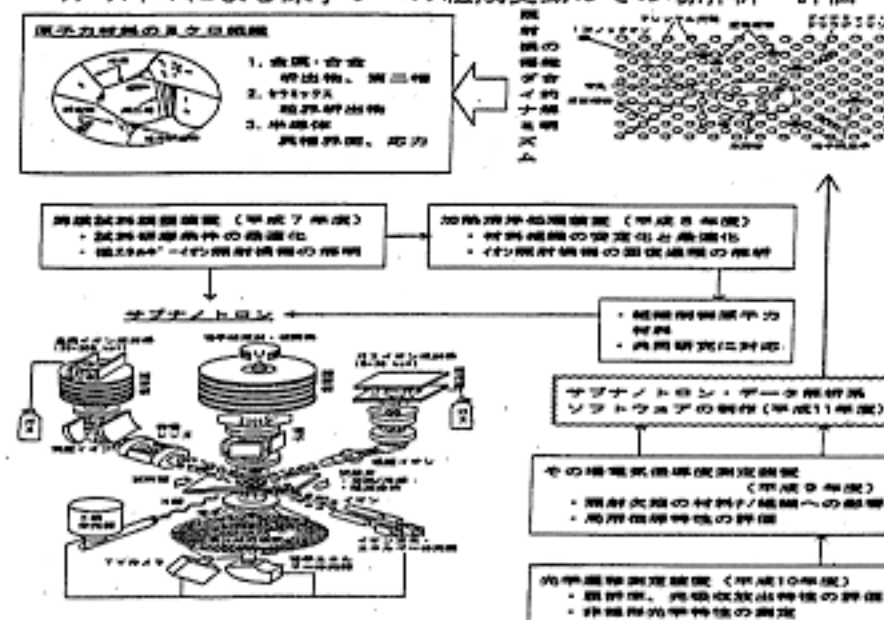
先端の基盤研究

5. 極限粒子場における材料損傷の計測評価・制御技術
(継続：平成4年～10年度) 要求額 154(126)
→高密度イオン・高重量極限場における材料の損傷評価と制御



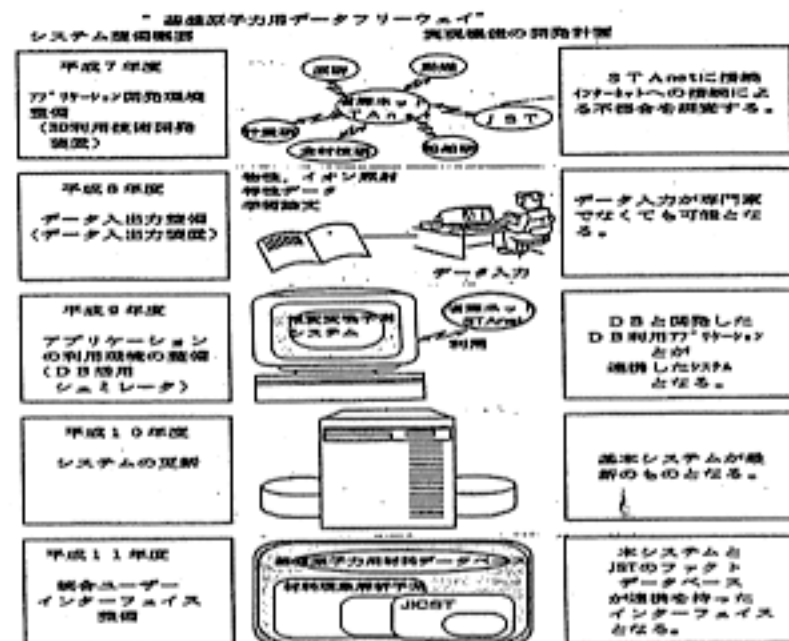
《極限場粒子場の形成》

6. 材料照射損傷による原子レベル組成変動と物性変化の分析・評価に関する研究
(継続：平成7年～11年度) 要求額 52(36)
→ナノメートルによる原子レベル組成変動のその場解析・評価



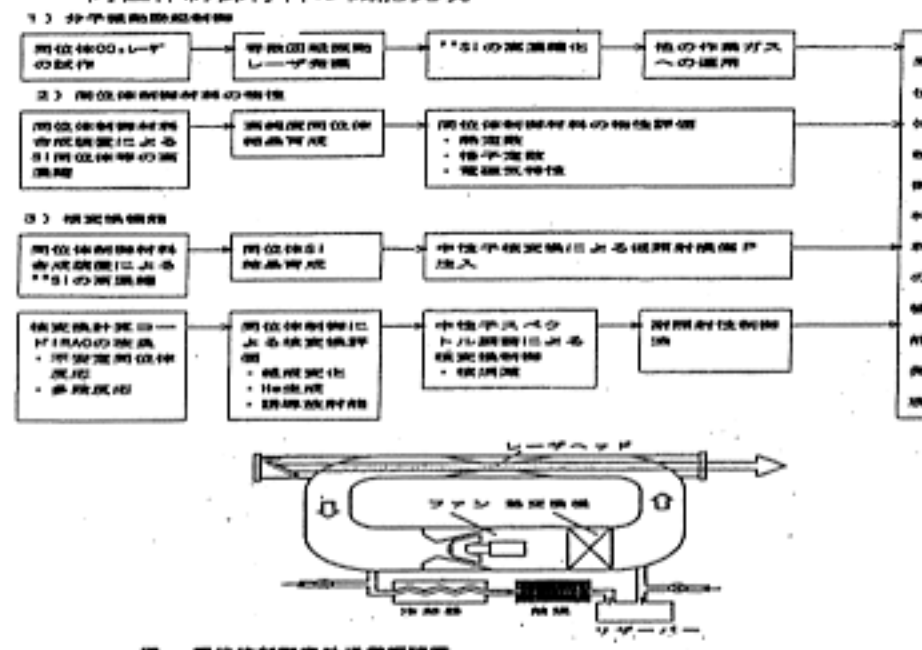
《原子力応用材料のミクロ組織の分析・評価》

7. 基盤原子力用材料データフリーウェイ利用技術に関する研究
(継続：平成7年～11年度) 要求額 24(18)
→高機能な材料情報システムの開発



《原子力用材料研究情報システム》

8. 同位体制御材料の機能と応用に関する研究
(継続：平成9年～13年度) 要求額 23(9)
→同位体制御材料の機能発現



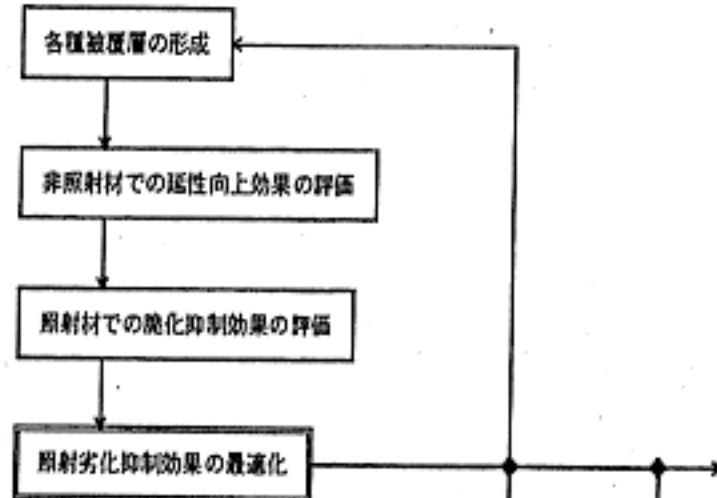
《同位体制御赤外光発振装置》

原子力委員会
基盤技術推進専門部会

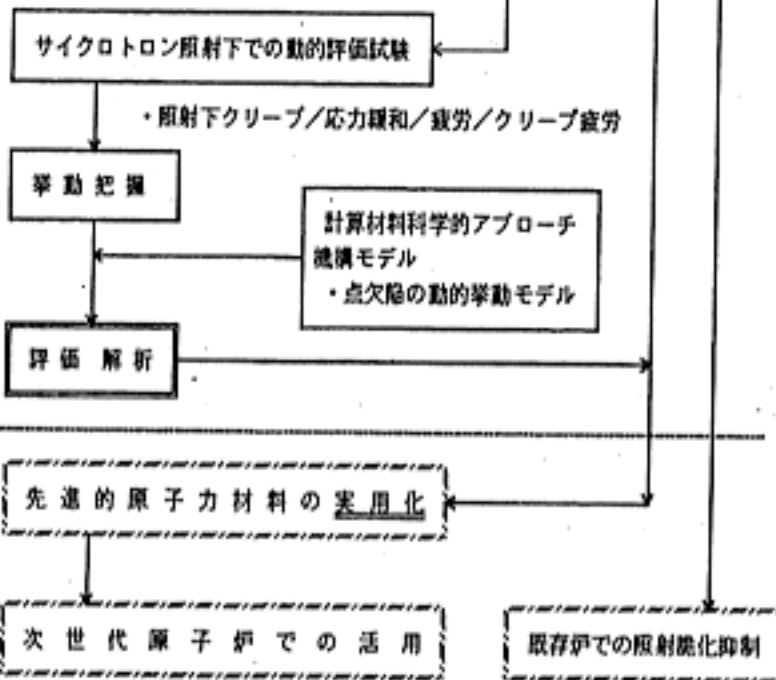
先端的基盤研究

9. 先進的原子力材料の照射劣化抑制に関する研究
(新規: 平成10年~14年度) 要求額 37(0)
→照射劣化挙動の評価解析による照射劣化抑制法の基盤と確立

(1) 表面制御による照射劣化抑制



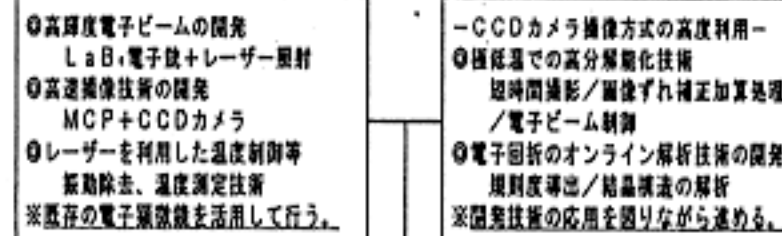
(2) 照射下動的挙動の評価解析



＜照射劣化抑制法の基盤確立＞

10. 核融合炉用高温超伝導体の極低温その場観察・解析技術に関する研究
(継続: 平成6年~11年度) 要求額 37(27)
→核融合炉用高温超伝導体の開発のための超伝導発現機構の解明

ハードウェアの開発 ソフトウェアの開発



本研究
(平成6~10年)

平成11年以降

●極低温における分解能を室温と同レベルに向上
●極低温における電子回折の迅速・精密解析の実現

開発した技術・装置を『高分解能電子顕微鏡』に搭載して、極低温における高分解能観察等の実現を図る

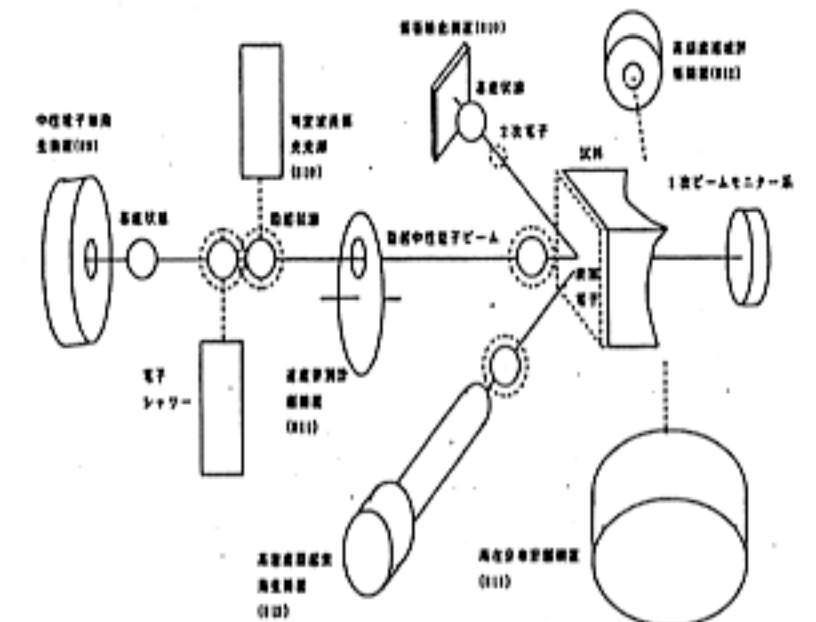
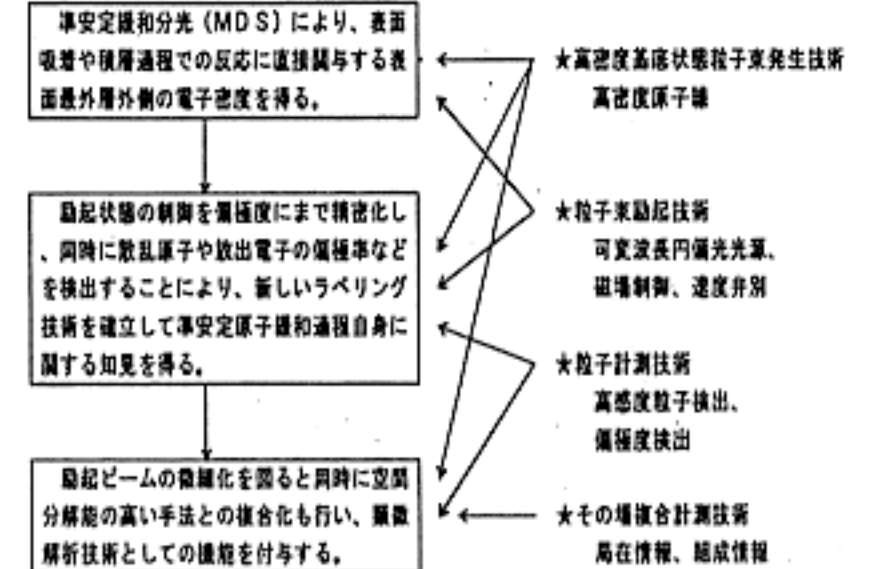
Tc近傍及び超電導状態での原子の配列状態の解明

★酸化物高温超伝導体の超電導発現機構の解明

◆酸化物高温超伝導体の材料開発の指針を得る。
◆液体窒素温度以上で使用可能な核融合炉用超電導コイルの開発

＜高温超伝導発現機構解析システム＞

11. 励起中性粒子線の基礎技術に関する研究
(継続: 平成9年~13年度) 要求額 41(36)
→マイクロ物性解析のための計測手法の探求及び新しい基盤計測技術の確立



＜粒子励起場発生及び励起粒子計測システム＞

(新規課題)

1. 研究課題名 先進的原子力材料の照射劣化抑制に関する研究

2. 目的

将来の原子炉で用いられる可能性のある材料について、表面制御による積極的かつ新しい照射劣化抑制法の基礎確立をはかるとともに、一般に行われている「照射後」試験では評価できない動的な「照射下」劣化挙動の評価解析を行い、先進材料の実用化に資する。

【研究の必要性】

高エネルギー中性子照射環境中での長期の使用に耐えうる材料では照射に起因する種々の材料劣化に対する十分な耐性を有することが安全性・経済性のうえから不可欠である。また、将来の原子炉用材料においては社会的アクセプタンスの面から低誘導放射性であることが必須となっている。このため例えば軽水炉や高速炉で広く使われてきたオーステナイト系ステンレス鋼の使用はもはや難しくなり、中性子との核反応による誘導放射能が低い組成元素からなり、かつ既知の照射特性が比較的に良好な材料が新しい原子力用の候補材として提唱され、その実用化が求められている。

これら先進的原子力材料においては組成元素選択に際して低放射化を図るため耐照射性をある程度犠牲にしている面がある。また原子炉での使用中に長期の中性子核変換反応によって当初の優れた耐照射性を示す組成から大きく変化してしまうこともある。このため材料組成によらない新しい照射劣化抑制法の開発がなされれば先進的材料の実用化に大いに役立つだけでなく、既存の原子炉及び材料においても有益なものとなる。

フェライト系鋼など多くの原子力材料が属するBCC金属では表面被覆層の存在により低・室温領域での延性が著しく向上することが見出されている。一方、BCC金属系原子力材料で最も危惧されている照射劣化の一つは軽水炉圧力容器鋼で問題となっているように低・室温領域で脆性が強まる点であり、適切な表面被覆層を施すことによりこの脆化を抑制できれば先進材料の実用化に大きく貢献できるとともに既存の原子炉においても役立つ。

また、先進的原子力材料候補材の提唱に際しては当然のことながら十分な照射データを基にしてはならず、特に一般の「照射後」試験では評価できない「照射下」でのみ動的に生じる照射劣化挙動については未だほとんど行われていない。このため先進材料実用化には新しい照射劣化制御法の試験を含めた照射下動的挙動の評価解析が必要である。

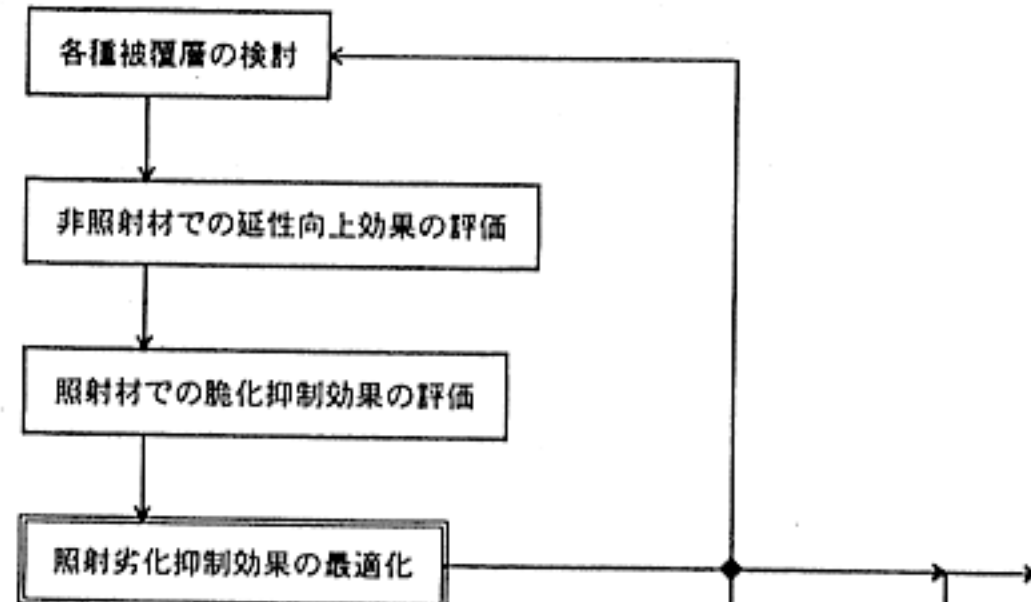
【研究に対する要請】

原子力委員会長期計画専門部会第4分科会報告書[H6.6]において、照射損傷の評価技術の開発を進めるとともに耐放射線性・低放射化の新しい材料の開発を推進すべき旨が述べられている。

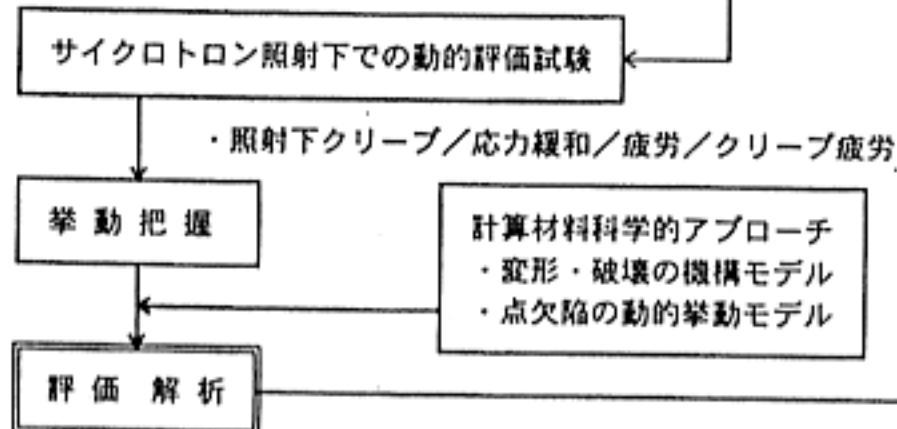
核融合会議報告書[H4.5]において、核融合装置の放射化低減など安全性の一層の向上のために低誘導放射化特性を持つ先進的材料の開発を推進すべき旨が述べられている。

3. 研究の概要

(1) 表面制御による照射劣化抑制



(2) 照射下動的挙動の評価解析



先進的原子力材料の実用化

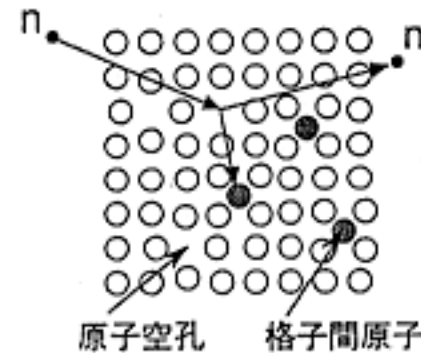
次世代原子炉での活用

既存炉での照射脆化抑制

新しい原子力用候補材料の選択条件

原子炉炉心部における高エネルギー照射環境

はじき出し損傷
・点欠陥の生成



構造材料の耐照射性強化
(安全性・経済性の向上)

主に既知の照射後特性が
比較的良好的な材料を選抜
(ボイドスエリングなど)



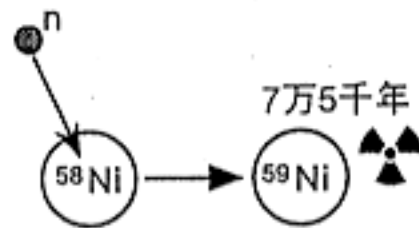
次世代原子炉

より厳しい
照射環境

提案されている新しい原子力材料

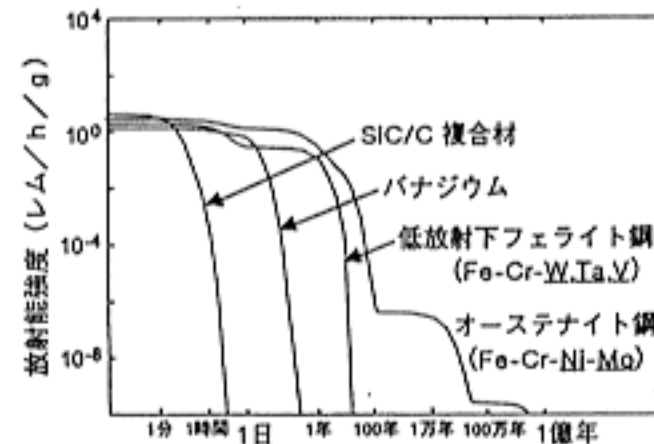
- ・ BCC 金属系構造材料
- ・ セラミックス系機能/構造材料
- ・ 金属間化合物 (形状記憶合金継手) など

核変換反応
・ 材料の誘導放射化



構造材料の低放射化
(社会的アクセプタンス
の向上)

放射化しにくい
組成元素を選択



必要な研究の展開

低放射化のための組成選択や
核変換による組成変化に
影響されない

新しい照射劣化抑制法の開発

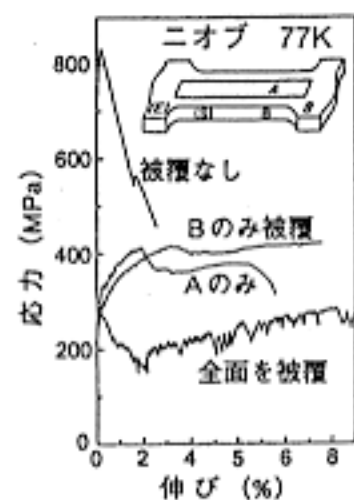
優れた耐照射性と
低い誘導照射能を
両立させた
先進的材料の実用化

より広範な照射特性の評価と
材料設計への反映
特に、ほとんど不明な
照射下動的挙動の評価

研究の内容と位置づけ

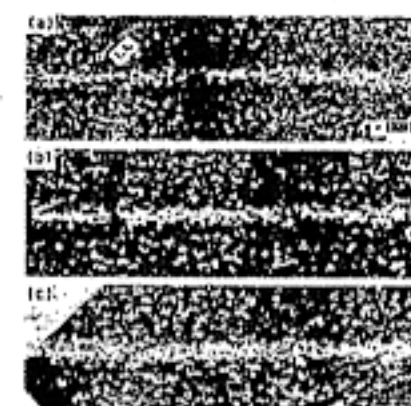
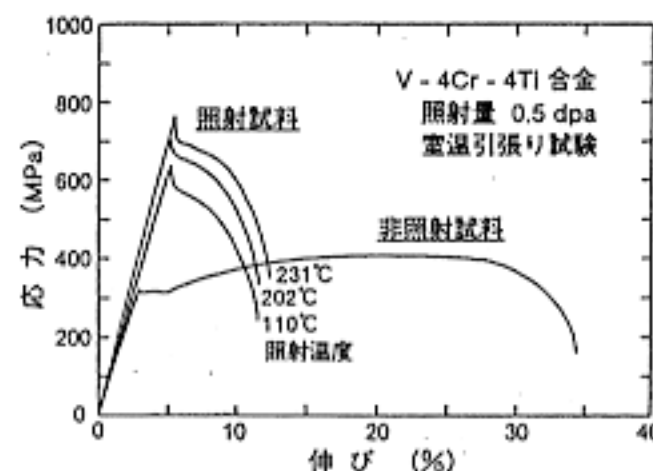
表面被覆層による延性の向上（非照射）

- ・中低温域でのBCC金属（転位の運動と増殖が激減）で著しい効果
- ・界面からの連続的、多量の転位供給



照射で生じる脆化現象の新しい抑制法の開発

- ・照射脆化：点欠陥の集合体が転位の運動と増殖を阻害
- ・転位は点欠陥集合体を排除・吸収 → 連続・多量の転位供給で脆性抑制



表面制御による新しい照射劣化抑制技術の基礎確立
(組成調整によらない積極的な耐照射性向上法の開発)

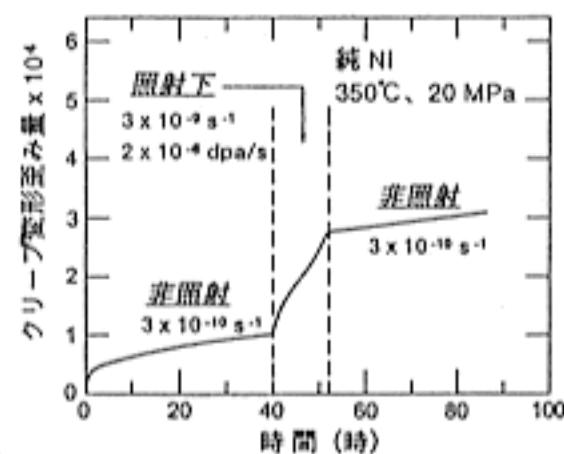
各種先進材料の照射下動的挙動の評価説明
(耐動的照射性からの材料設計指針の提示)

照射下でのみ誘起される動的挙動

- ・次々に生じ動き回る点欠陥が主因
- ・先進的材料ではいまだ殆ど未評価

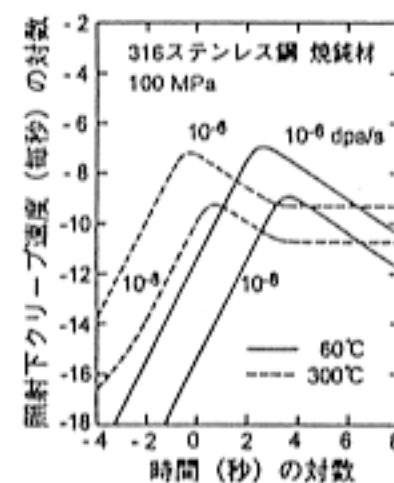
サイクロトロンを用いた動的試験
(照射下クリープ/応力緩和/疲労/クリープ疲労)

- ・照射後試験では評価不能



計算材料科学的手法による解析

- ・計算機シミュレーション実験
- ・応力下での生成点欠陥の挙動



将来の展開

既存炉での照射脆化抑制

次世代原子炉での使用

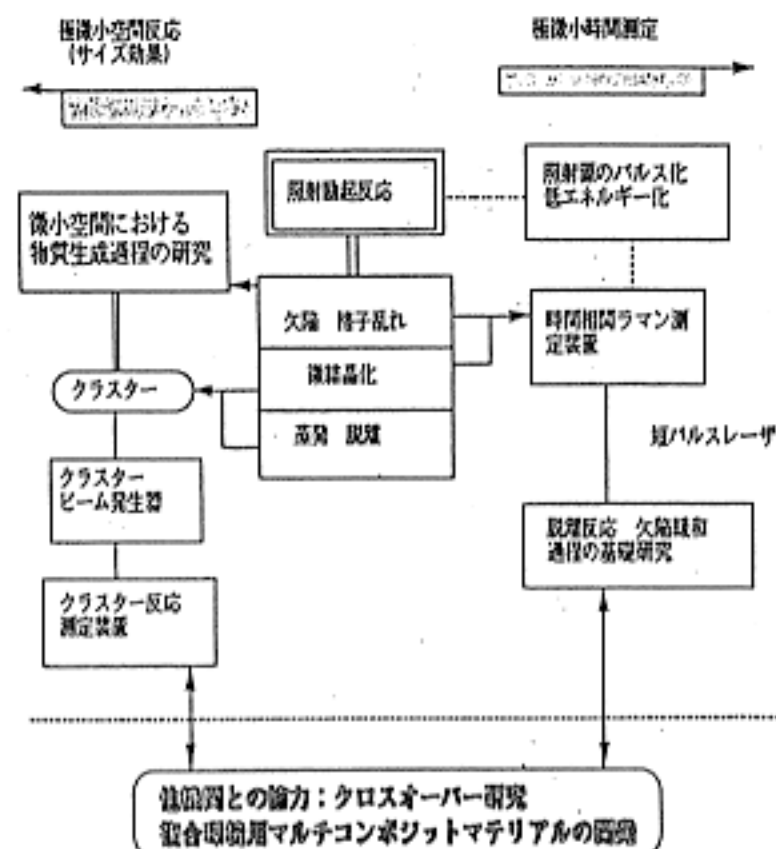
耐照射性と低放射化を両立させた
先進的原子力材料実用化への貢献

提案されている各種先進的原子力材料の候補材

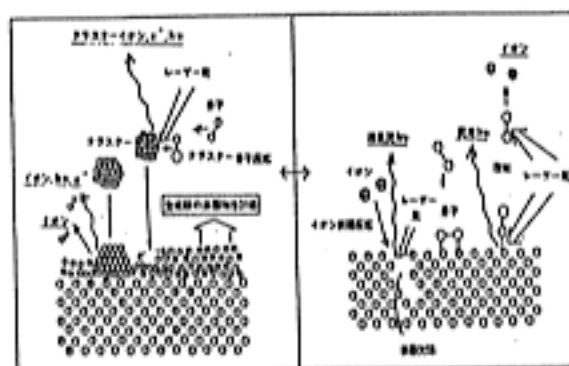
原子力委員会
基盤技術推進専門部会

総合的研究（クロスオーバー研究）

- 1 2. 複合環境用材料の表面反応・欠陥成長過程の実時間解析と表面物性評価超伝導材料の安定性に関する研究
(継続：平成6年～10年度) 要求額 24(49)
→照射下での照射励起表面反応の解明



研究の概念図



＜表面反応動的過程の解明＞

- 1 3. 放射光を利用した極微量照射欠陥の解析技術の確立
(継続：平成6年～10年度) 要求額 20(21)
→極微量の照射欠陥の解析技術の確立

- (1) 高輝度・高指向性X線ビームを
利用する解析技術の確立 (2) 高エネルギー領域のX線
を利用する解析技術の確立

H6年度

H7年度

H8年度

H9年度

H10年度

実験室および既存放射光施設
における検討

新放射光施設で使用する
新装置の試作開発

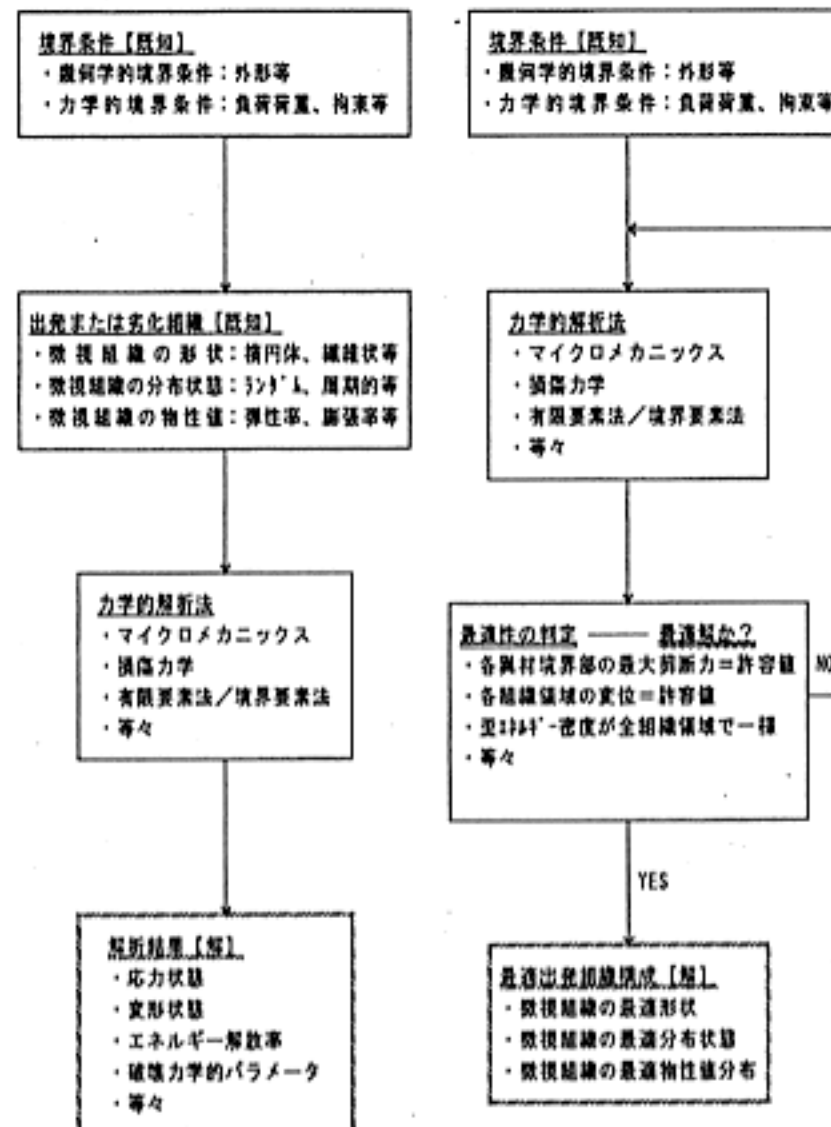
実試料への応用と装置の改良

＜高感度化学状態分析技術の確立＞

- 1 4. 原子力用材料の微視組織を考慮した計算力学特性解析法
及び組織構成最適設計法の開発
(継続：平成6年～10年度) 要求額 14(24)
→構造材料の信頼性評価及び新材料の設計・開発のため
の手法の開発

研究項目(1)及び(3)の流れ図(解析系)

研究項目(2)の流れ図(設計系)



＜微視的力学解析及び組織構成最適設計用分散・並列処理システム＞

原子力関係事業の進捗状況

省庁名 (科学技術庁 金属材料技術研究所)

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計 画	平成10年度 計 画	平成11年度 計 画	平成12年度 計 画	実施機関名 又は委託先	備 考
1. 超伝導材料の安定性に関する研究	平成6～10年度	21,986	22,764	16,276				平成10年度までの本事業計画では、温度、磁場、電流密度をパラメータとする3次元臨界面に加え、応力を第4のパラメータとする4次元臨界面を測定評価することを大きな柱としている。 次期事業計画として、時間を第4のパラメータに加えた温度-磁場-電流密度-時間4次元臨界面の作製を行うとともに、核融合炉用新超伝導材料として開発を進めてきたNb₃Al、V₃Siについてコイル試作を行い、これまで実施してきた線材レベルでの安定性の評価がコイルレベルでの総合的な安定性の予測に有効であるか、コイルの安定性を実測し比較評価することを検討している。
(1)超伝導体の安定性の測定		超伝導臨界面測定システムの磁場発生装置、温度制御装置、荷重負荷装置の開発	7～ 超伝導3次元 臨界面の測定	安定性評価基 準の作製				
(2)超伝導線材の応力下安定性の測定			超伝導4次元 臨界面の測定	安定性評価基 準の作製				
(3)関連物性の測定			複合体熱膨張 測定装置の作 製					
(4)核融合炉用新超伝導材料の開発			超伝導体及び複合体の熱膨張 の測定					
(5)国際共同研究			6～ 金属系、酸化物系超伝導体 試料の作製 超伝導特性の測定					
		第9回日米ワ ークショップ を共同開催	6～ 国際ワークショップ					

項目名 1. 超伝導材料の安定性に関する研究（継続）

1. 目 的

超伝導化のフェーズに入った磁気封入型核融合炉開発において、材料研究の立場から、超伝導材料に対する具体的な要請に応え、炉の信頼性の確保、高性能化等に資 するため、超伝導材料の安定性に関する評価基準を確立する。

2. 平成10年度要求概要

金属系・酸化物系の超伝導体試料を系統的に作製するとともに実験装置の部分的な手直しを実施して超伝導3・4次元臨界面を効率よく測定し、安定性評価基準を作 成する。また超伝導体および超伝導線を構成する物質の関連物性を測定する。

3. 概算要求額（前年度予算額）

16,276千円（22,764千円）

（内 訳）

（1）備品費

2,432千円（20,388千円）

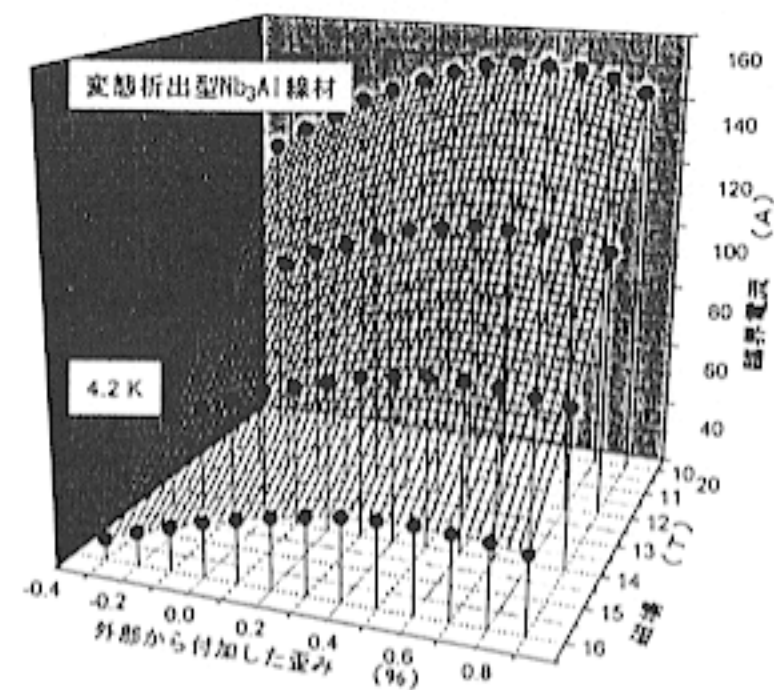
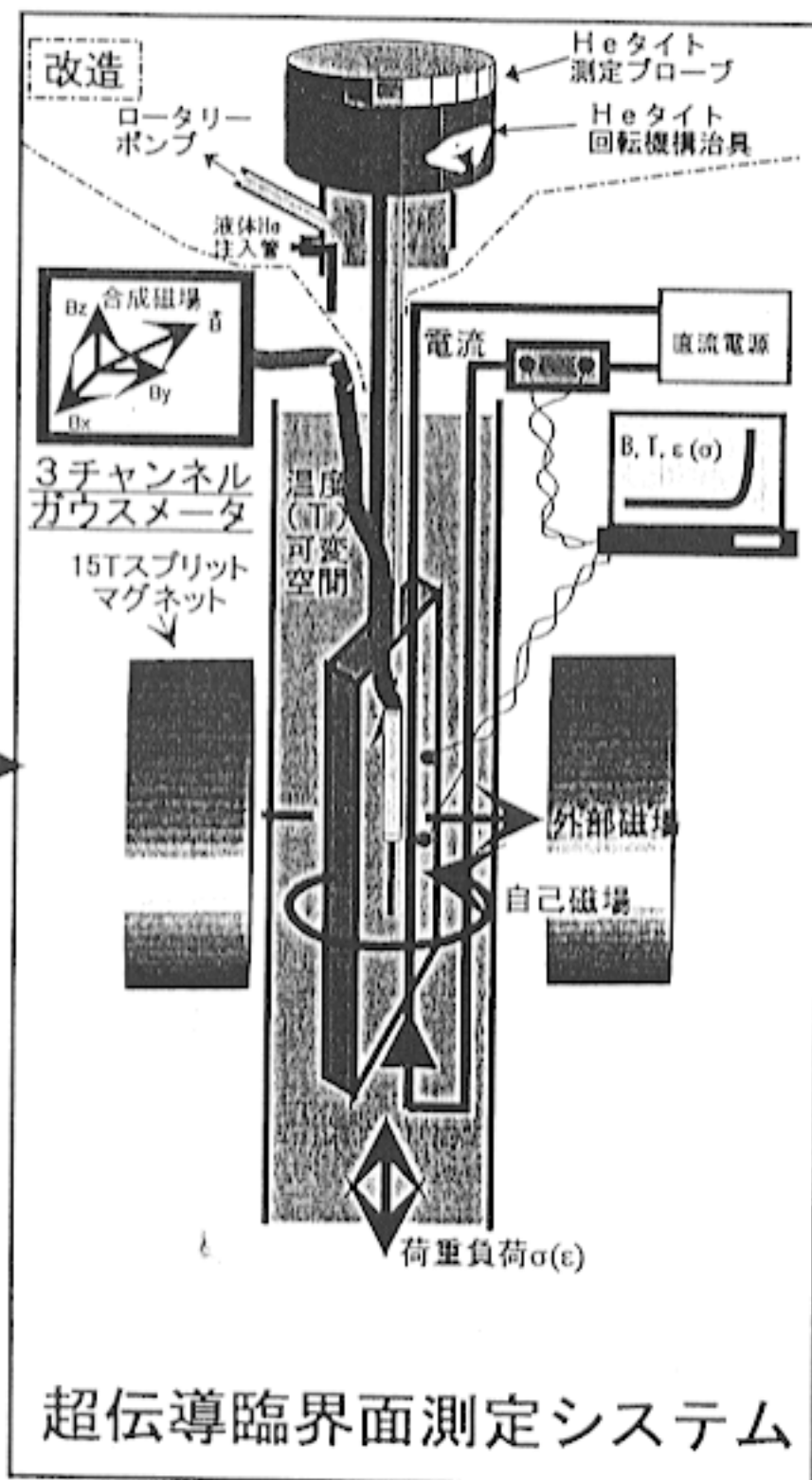
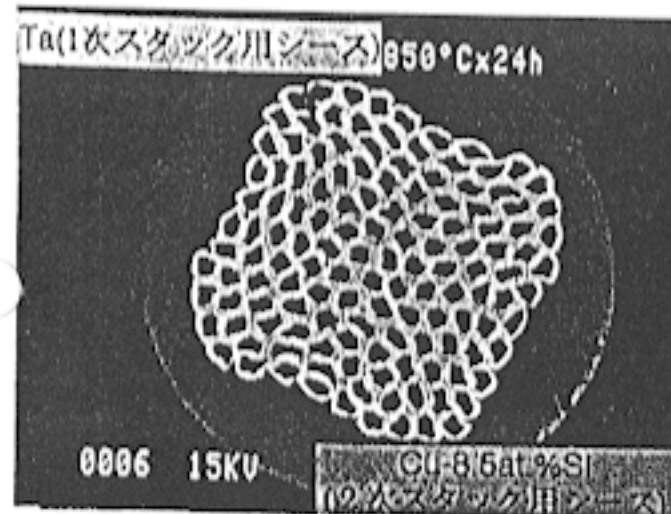
（2）消耗品費等

13,754千円（2,293千円）

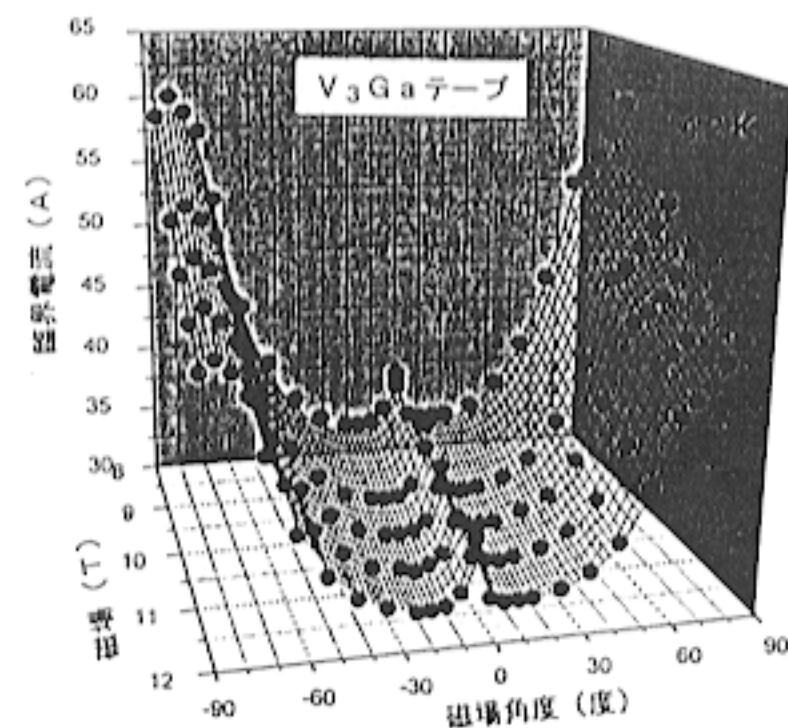
超伝導材料の安定性に関する研究

・既存超伝導材料

・新超伝導材料
Nb₃Al, V₃Si
酸化物系



応力下での安定性の測定



安定性の磁場方位依存性

安定性評価基準の作成

原子力関係事業の進捗状況

省庁名(科学技術庁 金属材料技術研究所)

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計 画	平成10年度 計 画	平成11年度 計 画	平成12年度 計 画	実施機関名 又は委託先	備 考
2. 低放射化核融合炉構造材料に おける核変換元素の影響	平成8～12年度	21, 998 照射材の力学 特性を評価す るための薄板 試験片用高真 空クリープ試 験装置を導入 し、同装置を 用いた非照射 材の試験を通 して試験方法 を確立した。 またヘリウム によるクリー プ特性変化機 構を解明する ための予備的 検討を実施 し、オーステ ナイト鋼では 臨界サイズ 以上の気泡の 優先成長によ り破壊が惹起 されることを 明らかにした。	22, 279 各種候補材料の力学的特性に及ぼす 核変換元素の影響	27, 991				研究は計画通り順調 に進行している。
(1)力学特性データの取得及び評 価						総合評価		
(2)材料組織観察及び評価						総合評価		
(3)特性変化機構の解明						特性変化機構 の解明		
			核変換ガス気泡の効果	原子状核変換 元素の効果				
			モデルの構築	モデルの精細 化及び検証	モデルの構築 及び検証			

項目名：2. 低放射化核融合炉構造材料における核変換元素の影響（継続）

1. 目的

原型炉以降の核融合炉の第一壁及びブランケット構造材料として有望視されている低放射化フェライト鋼及びバナジウム合金等について、中性子照射によって生成する核変換元素が引き起こす特性変化、特に核変換ガス元素（ヘリウム及び水素）の力学的特性に及ぼす影響、に関して、各材料への影響の程度を比較・検討・評価することにより、原型炉用低放射化核融合炉構造材料の開発に寄与することを目的とする。加えて、将来の合金設計に有益な指針を得るために、特性変化が起こるメカニズムの解明を目指す。

2. 平成10年度要求概要

平成10年度は、サイクロトロン照射によりヘリウム、水素を注入した各種候補材料について、温度、注入量、付加応力を変化させて照射後クリープ試験等を行う。また、破断試験片を中心にの微細組織観察を実施し、ヘリウム気泡等についてサイズ分布等の組織定量データを取得する。更に、以上のデータを活用することにより核変換ガス気泡の力学特性への効果についてのモデルを精緻化する。

3. 概算要求額（前年度予算額）

27,991千円（22,279千円）

（内訳）

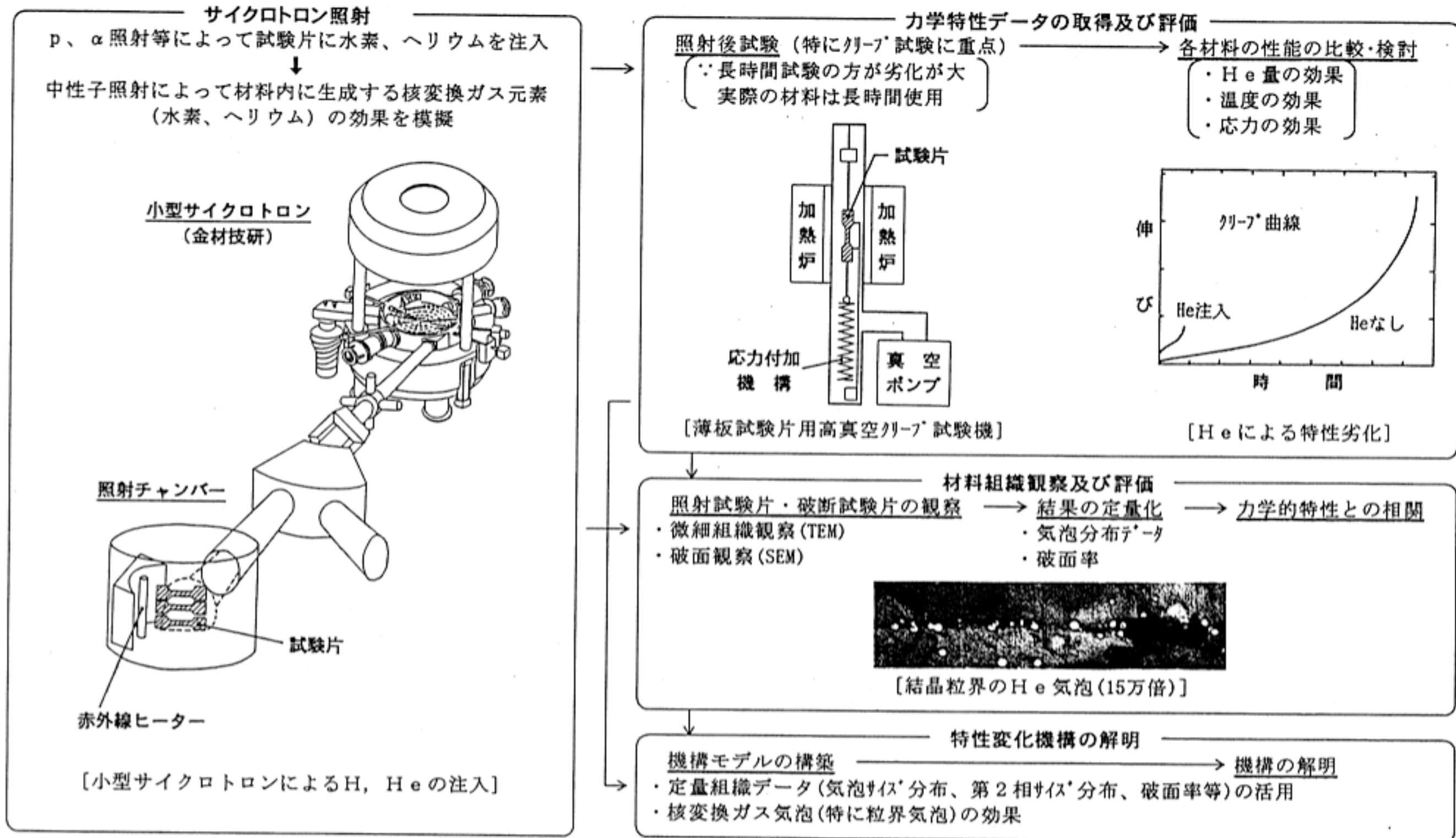
1）備品費

24,003千円（14,196千円）

2）消耗品費等

3,988千円（8,083千円）

2. 低放射化核融合炉構造材料における核変換元素の影響



原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計画	平成10年度 計画	平成11年度 計画	平成12年度 計画	実施機関名 又は委託先	備 考
3. 軽水炉用構造材料の高経年劣 化損傷評価の高度化に関する研究	平成8～12年度	18,566	19,210	18,645				
(1)材質・環境劣化相互作用		局所損傷発現機構及び損傷の ミクロ及びマクロ評価		ミクロ・マクロ損傷の比較評 価				
(2)レーザ処理法等による材質劣 化損傷回復評価		レーザ処理法等の加熱プロセ スの確立		再熱処理部の基本特性及び環境劣化特性の 評価・予測				
(3)材質劣化損傷領域線図の作成				情報の収集及 び損傷領域線 図の企画・設 計	情報の収集及び損傷領域 線図の作成			

項目名：3. 軽水炉用構造材料の高経年劣化損傷評価の高度化に関する研究（継続）

1. 目的

原子力発電プラントの高経年化に伴う構造材料の劣化について、材質特性評価並びに材質劣化特性と高温水中での環境による劣化特性との相互作用を明らかにし、設計基準等における設計裕度の定量化に資するとともに、材質劣化が顕著であると考えられる溶接施工部を対象に材料の基本特性評価並びにレーザー処理法等による損傷の拡大防止に関する検討を行う。

2. 平成10年度要求概要

平成10年度は、（1）材質・環境劣化相互作用、（2）レーザー処理法等による材質劣化損傷回復評価、（3）材質劣化損傷領域線図の作成の3つのサブテーマについて実施する。（1）については、前年度までに得られた局部損傷発現に関するミクロ及びマクロな知見をもとに、両者を結合し局部損傷に関して発現から成長までを統一的に捉えることを目指す。（2）については、再熱処理部の基本特性及び環境劣化特性の評価・予測を行う。（3）については、データの収集及び損傷領域線図の企画・設計を進める。

3. 概算要求額（前年度予算額）

（内訳）

（1）備品費

（2）消耗品費等

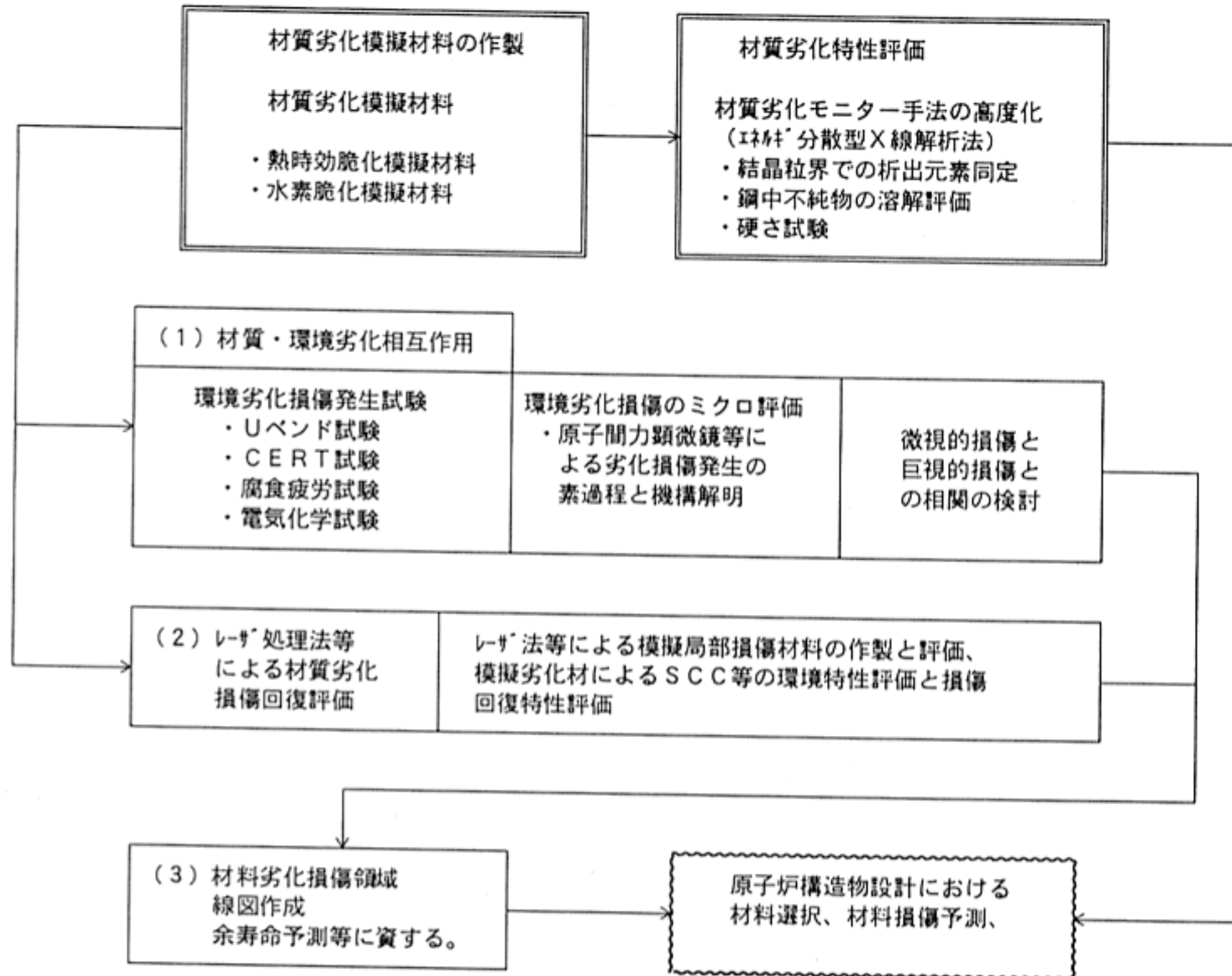
18,645千円（19,210千円）

8,400千円（8,818千円）

10,245千円（10,392千円）

3. 軽水炉用構造材料の高経年劣化損傷評価の高度化に関する研究

研究の概要（流れ）図



原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計 画	平成10年度 計 画	平成11年度 計 画	平成12年度 計 画	実施機関名 又は委託先	備 考
4. クリープ損傷評価に基づく高速炉の接合部材の余寿命予測に関する研究	平成8～12年度	9, 490	9, 319	16, 044				
(1) マクロ的な連続体力学によるクリープひずみ式		定応力クリープ試験に着手した	クリープデータ取得		定式化と検証			マクロのクリープ損傷のモデル化
(2) ミクロ的なクリープ損傷の検出技術の開発		304鋼でクリープ損傷と超音波応答の関係を明らかにした	損傷の定量化技術の確立		損傷の定量化技術の高度化			ミクロの組織変化と損傷の定量化
(3) クリープ損傷のシミュレーション		316FR鋼についてFEMでファクター2の精度でクリープ寿命を予測した	ミク損傷モジュール		マクロとミクロの統合			寿命予測技術の確立

項目名：4. クリープ損傷評価に基づく高速炉の接合部材の余寿命予測に関する研究（継続）

1. 目的

定常的な運転条件において、高速炉容器や一次系配管の接合部材に蓄積される時間依存性のクリープ損傷を定量化する技術を開発する。接合部材の損傷過程をモデル化したコンピュータ・シミュレーションを行うことにより、定常時および事故時の構造健全性評価の精度向上をはかり、高速炉の運転寿命の中・後期における接合部材の余寿命予測の基盤を確立し、安全性の確保をはかる。

2. 平成10年度要求概要

平成10年度は、前年度に引き続き、接合部材の余寿命予測の基盤の確立に重点を置きながら、316FR鋼の継手から採取した母材、溶接金属および溶接継手のクリープひずみデータを取得するとともに、供試材にクリープ損傷を与えた試料を作成する。また、改良9Cr-1Mo鋼の継手についてもクリープ試験を行う。

3. 概算要求額（前年度予算額）

16,044 千円（ 9,319 千円 ）

（内 訳）

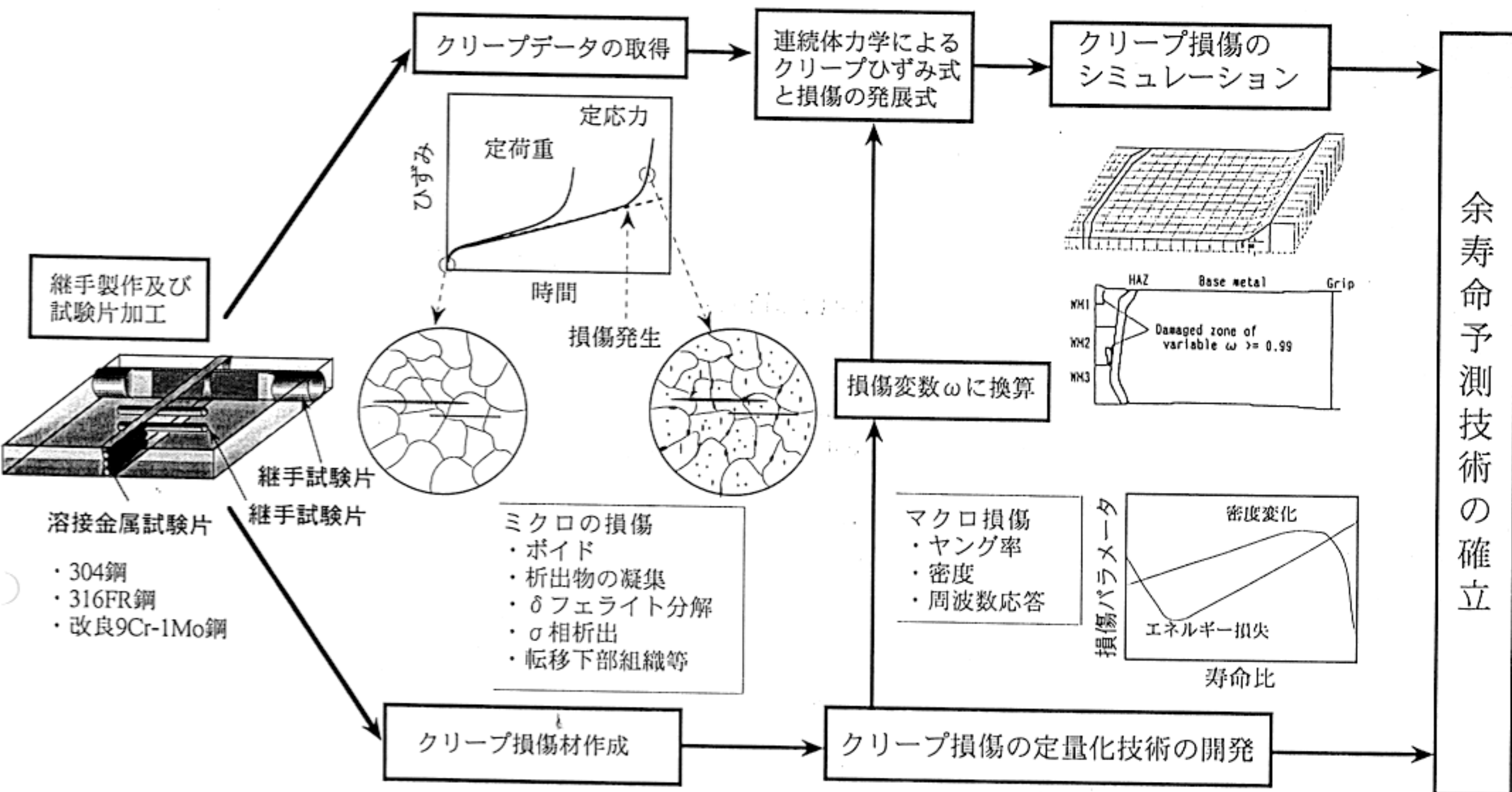
1）備品

7,000 千円（ 0 千円 ）

2）消耗品費等

9,044 千円（ 9,319 千円 ）

クリープ損傷評価に基づく高速炉の接合部材の余寿命予測評価に関する研究



原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

年 度 事 項	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計 画	平成10年度 計 画	平成11年度 計 画	平成12年度 計 画	実施機関名 又は委託先	備 考
5. 極限粒子場における材料損傷 の計測評価・制御技術の開発	平成4～10年度	391,339	125,664	153,554				
			7～ 極限粒子場形成系の開発					
		イオン入射器部 高電圧加速部 の開発	ビームラインの 開発	その場計測系の 開発及び総合運 転				
			7～ 極限粒子場形成系の製作					
(1)極限粒子場形成技術の開発		大電流イオン源 テストスタンド により低エミッ タンス3mA Cuイオン達成 大電流化対応技 術の開発	MeV・1mA 級重イオンのビ ーム輸送及び大 電流照射技術	ビーム制御技術 及びフォトン場 重畳による極限 粒子場生成技術				
(2)光学遷移計測評価技術の開発			4～ 予備試験	その場計測系の 製作				
(3)粒子放射計測評価の開発		その場歪み測定 により共鳴変化 発見 その場光伝導測 定により不純物 添加で耐照射性 金属微粒子生成	同テストスタン ドによりその場 組成計測の予備 試験とパルス同 期その場計測技 術	極限粒子場にお ける材料の光学 遷移と粒子放射 のその場計測技 術				

項目名：5. 極限粒子場における材料損傷の計測評価・制御技術の開発に関する研究（継続）

1. 目的

原子力材料における照射損傷の計測解析・評価や、極限条件での材料物性変化の把握、さらには材料損傷制御技術等を実現するために、材料と相互作用する「場」を極限化し、その材料応答を計測評価する。本研究では、エネルギーMeV級・重イオン領域の大電流「イオン場」と大出力レーザーによる高密度「フォトン場」を複合した「極限粒子場」を形成し、その場計測系と組み合わせて材料に適用して、材料損傷／物性のその場・時間分解計測評価技術、損傷の消滅制御等、新しい基盤技術の開発に関する研究を行う。

2. 平成10年度要求概要

平成10年度は、「極限粒子場形成系・その4」、すなわち入射部・加速部・ビーム輸送系の制御盤、フォトン場発生系等を製作し、極限粒子場形成系を完成し、大電流重イオンとフォトンが重畳された極限粒子場を実現する。また、粒子放射及び光学遷移に関するその場計測系を製作し、極限粒子場形成系に連結することにより、全装置システムを完成して総合運転を行う。

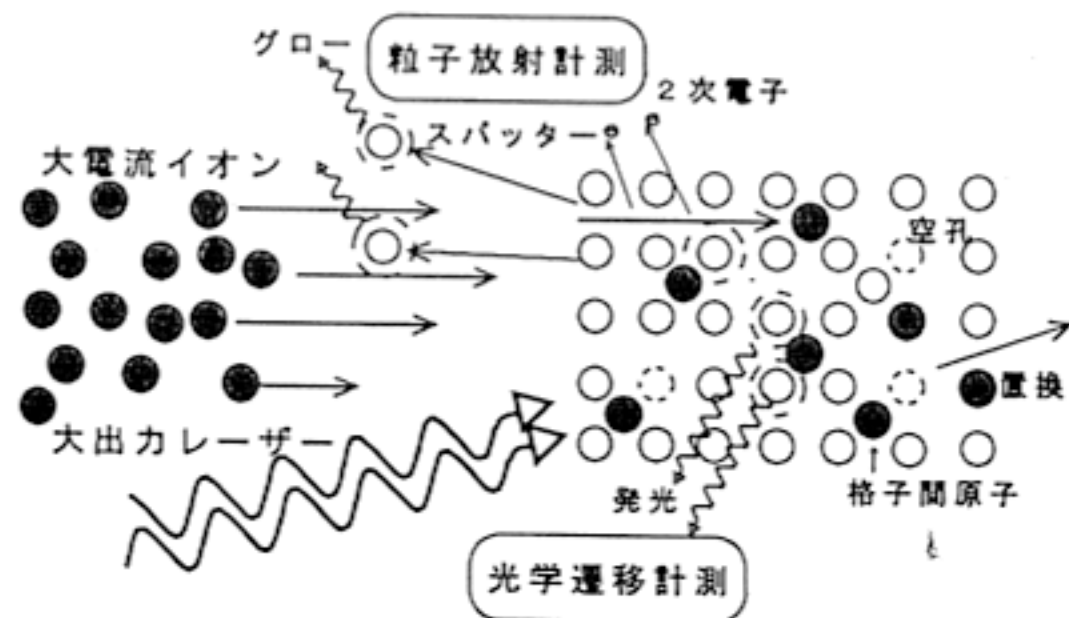
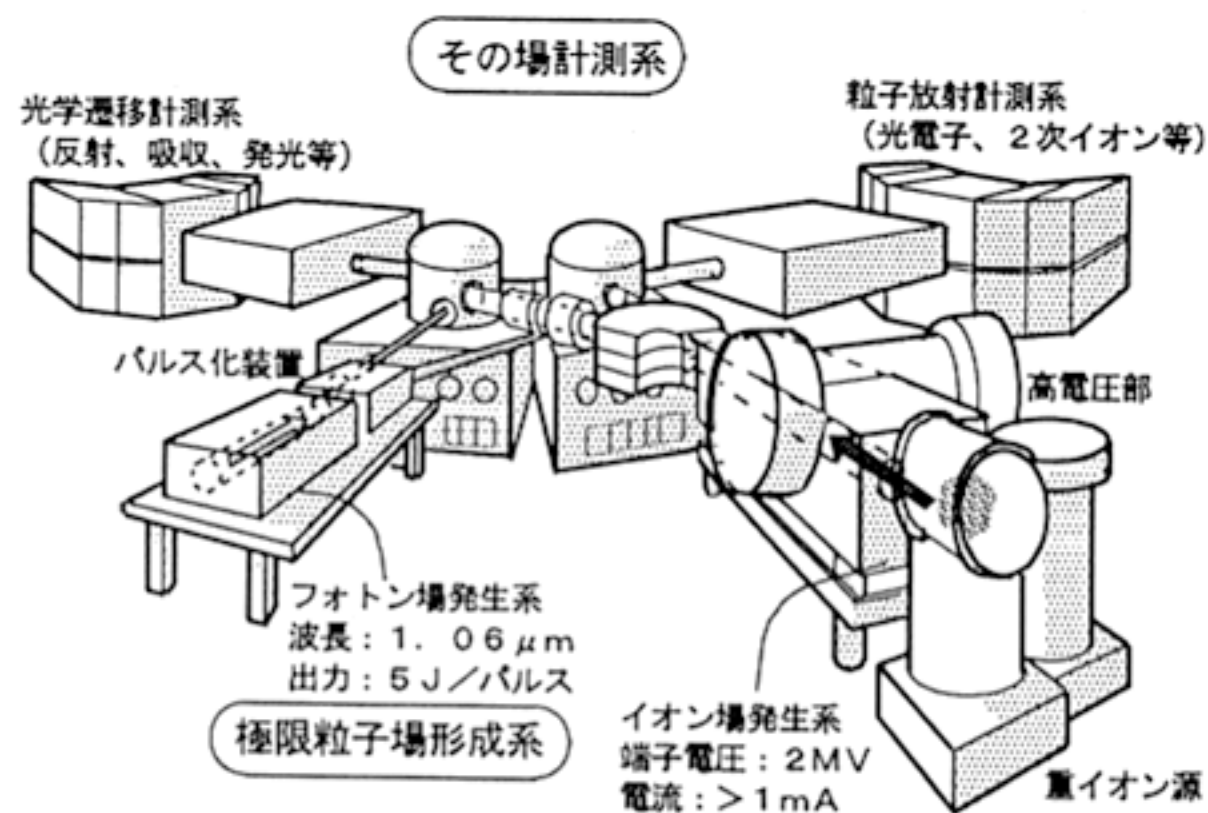
3. 概算要求額（前年度予算額） 153,554千円（125,664千円）

（内 訳）

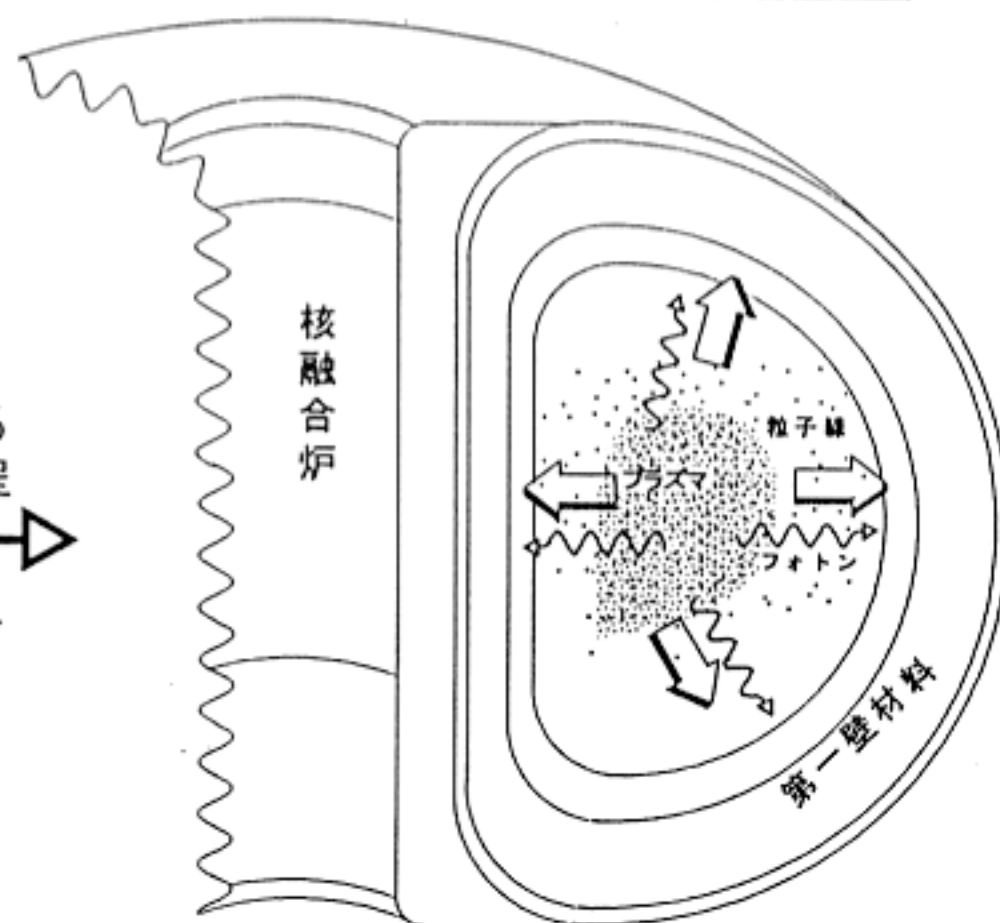
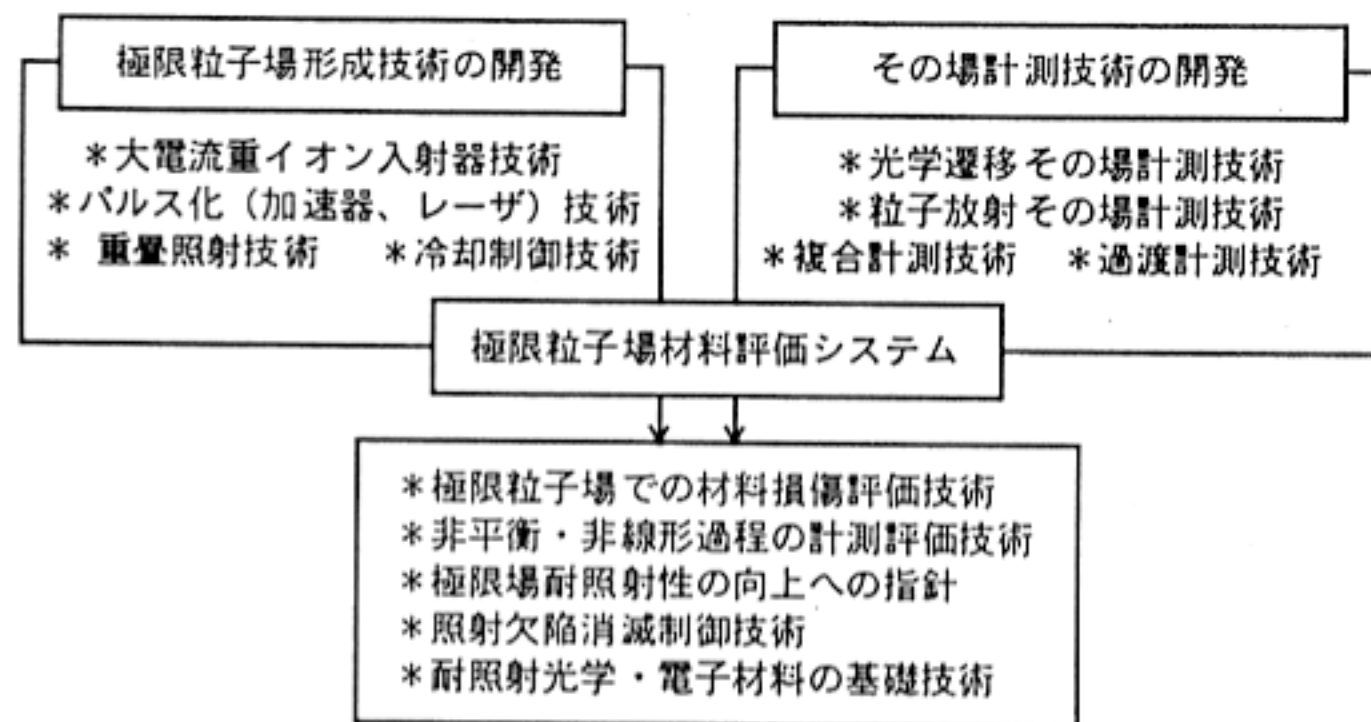
（1） 設備備品費 136,311千円（115,918千円）

（2） 消耗品費 17,243千円（ 9,746千円）

5. 極限粒子場における材料損傷の計測評価・制御技術の開発に関する研究（継続）



粒子場における
損傷の基礎過程
→
例えば核融合



核融合炉第一壁材料における粒子場損傷

原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

事 項	年 度	事業実施期間	平成7年度 までの実績	平成8年度 計画	平成9年度 計画	平成10年度 計画	平成11年度 計画	実施機関名 又は委託先	備 考
6. 材料照射損傷による原子レベル組成変動と物性変化の分析・評価		平成7～11年度	32,408	30,798	5,890	51,803			
(1) 原子力材料の薄膜化技術の最適化		薄膜試料調整装置の製作		サブナノトロン用薄膜試料作成技術の確立	耐放射性実用材料の薄膜化技術の研究開発				
				7～8	9～11				
(2) 「材料照射損傷その場分析・評価装置」による原子レベル組成変動の分析・評価		原子レベルでの電子線照射損傷の直接観察		サブナノトロンによる材料照射損傷と原子レベル組成変動のその場分析・評価					
				7～11					
(3) 照射誘起物性変化のその場分析・評価		E D Sを用いた局所分析		サブナノトロン内加熱・冷却技術の開発	照射下その場電気伝導度測定技術の開発	照射誘起光学遷移測定技術の開発	物性変化の総合評価		
				7～8	9	10	11		
(4) 照射誘起組成変動の理論的解明		照射損傷の観察結果のコンピュータによるシミュレーション		中性子・イオン・電子照射による原子構造変化のシミュレーション実験			解析ソフトウェア		
				7～10			11		

項目名：6. 材料照射損傷その場分析・評価装置による原子レベル組成変動の検出・解析技術の開発と応用（継続）

（材料照射損傷による原子レベル組成変動と物性変化の分析・評価に関する研究）

1. 目的

材料の照射損傷は原子のはじき出しを伴う原子・分子レベルの現象である。実際の原子力材料は種々の元素で構成されており、はじき出しに伴う原子変位の結果おこる原子の拡散では、構成元素の移動速度の違いに依存した原子レベルの組成変動を生じ、材料の特性に影響を持つ。本研究では原子レベル組成変動に伴う物性変化の分析・評価に関する研究を行い、照射に起因する材料の変化を総合的に解明することを目的とする。

2. 平成10年度要求概要

平成10年度は、前年度に引き続き、照射に起因した物性変化を総合的に調べるため、電気伝導度変化を測定した試料の光学遷移を測定する技術を開発するとともに、半導体・セラミックス材料の照射誘起結晶／非結晶転移の研究を行う。

3. 概算要求額（前年度予算額）

51,803千円（35,890千円）

（内 訳）

（1）備品費

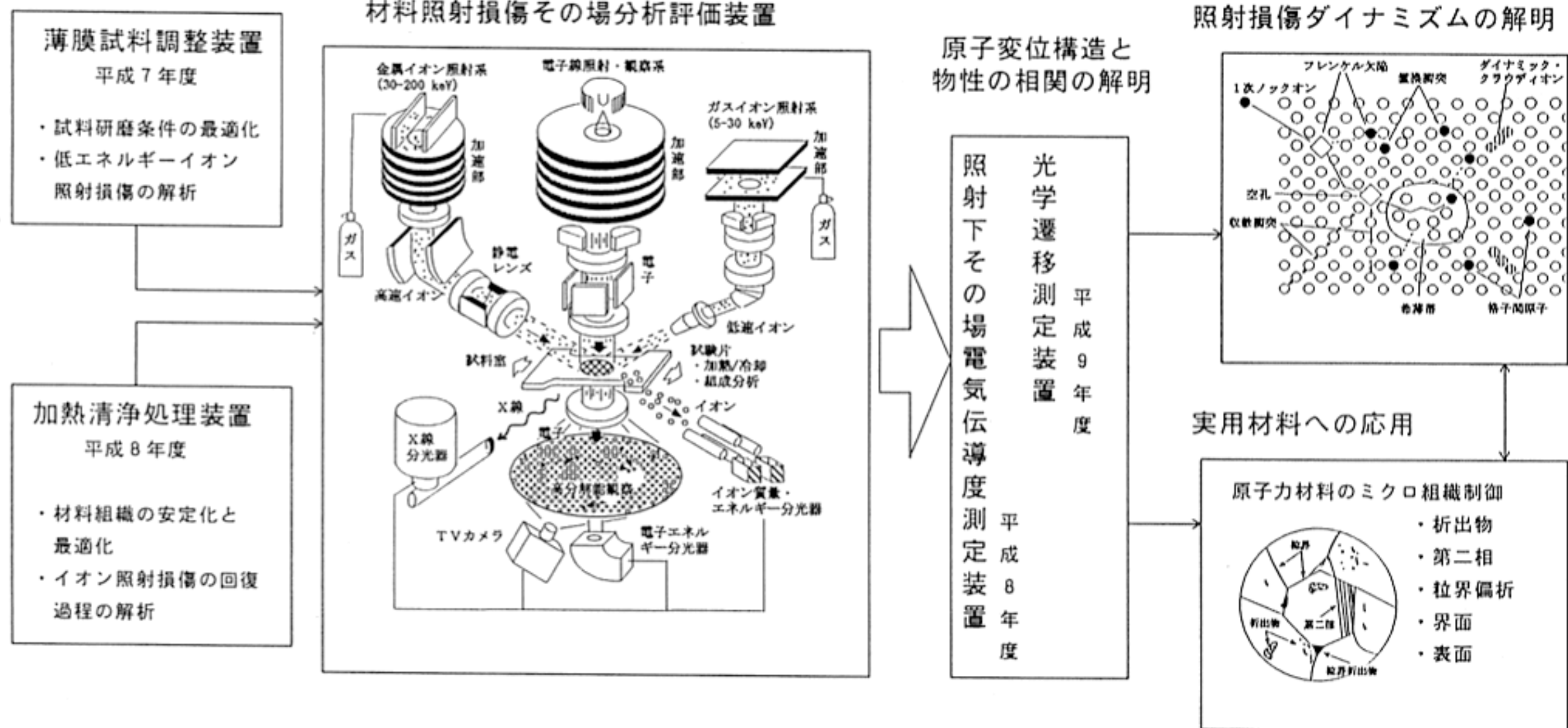
22,753千円（9,628千円）

（2）消耗品費等

29,050千円（26,262千円）

材料照射損傷その場分析・評価装置による原子レベル組成変動の検出・解析技術の開発と応用

(材料照射損傷による原子レベル組成変動と物性変化の分析・評価に関する研究)



原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計画	平成10年度 計画	平成11年度 計画	平成12年度 計画	実施機関名 又は委託先	備 考
7. 基盤原子力用材料データフリー ウェイ利用技術に関する研究	平成7～11年度	17,219 各機関ともDB をインターネットに接続 し、インターネットブラウザ (Netscape など)を用いて各 機関のデータ検索を可能に した。	17,785 DBと利用技術との統合	24,143 システム公開 環境整備	システムの試験的運用開始	公開	金材技研 原研 動燃 JST	4機関の所有する材料データ を共有し相互利用出来るシス テムであり、必要とするデー タが存在する機関を意識する ことなくデータ検索が可能で ある。しかも、インターネット で通常使用されているツール を用いて容易にデータの検索 と解析を可能にしている。
(1) システムの高度化			開発した材料特性予測システム とDBとの統合	公開を行うために最新のシ ステムに更新	公開のための運用試験			12年度から一般に公開し、 材料開発支援システムとして 活用するとともに、システム のさらなる充実に努む。
(2) 材料データ利用技術の確立			中性子核反応現象の予測シ ステムとDBとの連携	溶接部の熱履歴予測シ ステムとDBとの連携	開発した予測システムの試 験運用			
(3) データベース(DB)の構築			ステンレス鋼のデータ整備 とDBへの格納	材料用核データの整備とDB への格納	格納データの校正			

項目名： 7. 基盤原子力用材料データフリーウェイ利用技術に関する研究（継続）

1. 目的

金材技研、原研、動燃、JSTの各機関は得意分野に関するデータベース（DB）の構築とDB利用のためのアプリケーションを開発を行い、それらをインターネットを介して相互利用できるシステムの開発、充実を図る。

2. 平成10年度要求概要

平成11年度からのシステム公開に備えて、最近の計算機性能の向上やインターネット技術の進歩にあわせてシステムの性能向上を行って、利用者が容易に利用出来るように、データ検索やデータ解析時間の短縮とユーザーインターフェイスの高度化を検討する。また、当研としては、材料の核反応特性評価を可能にし、安定同位体材料特性などの材料データの充実を図る。

3. 概算要求額（前年度予算額）

24,143千円（17,785千円）

（内訳）

（1）備品費

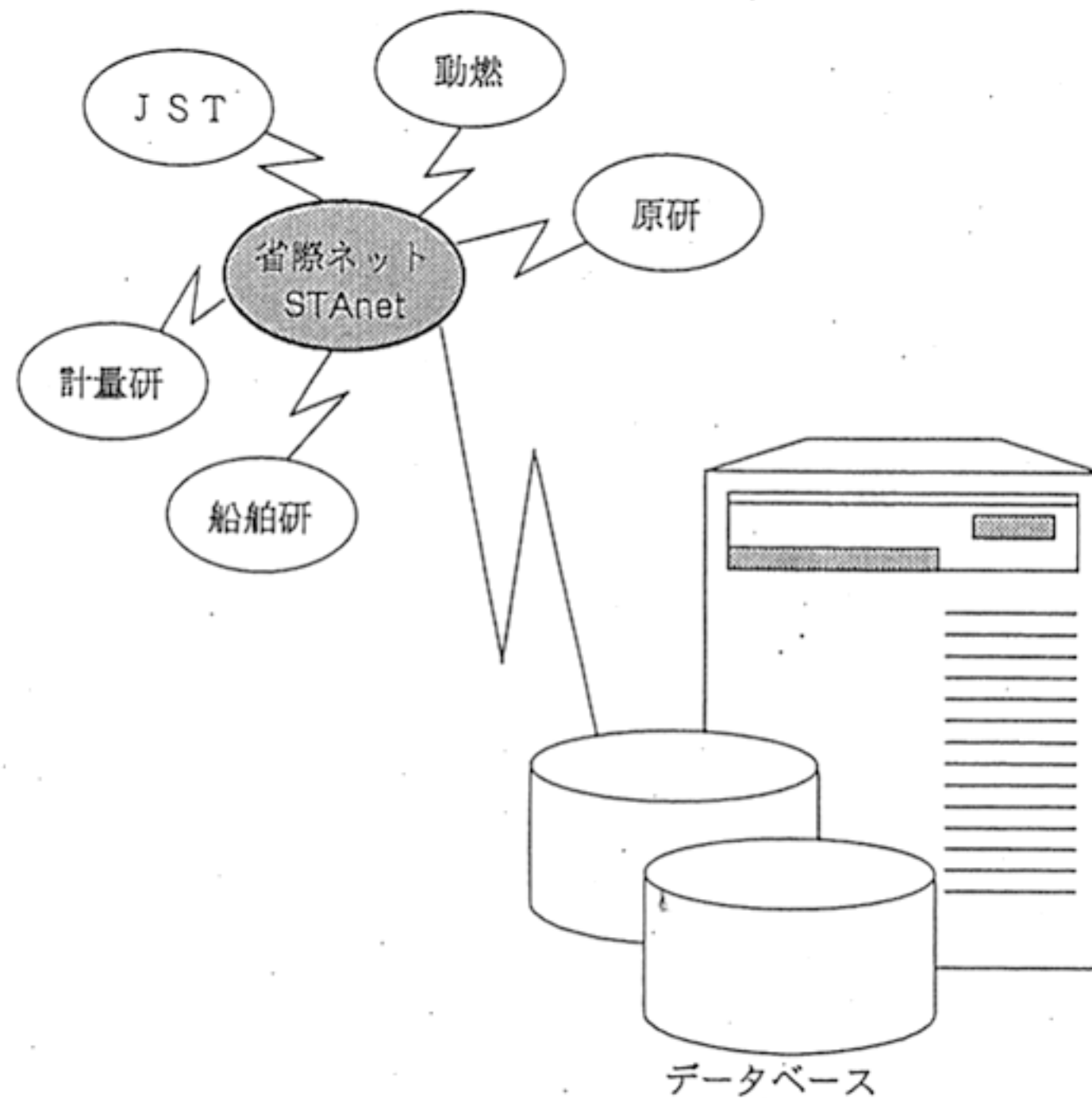
18,900千円（12,964千円）

（2）消耗品費等

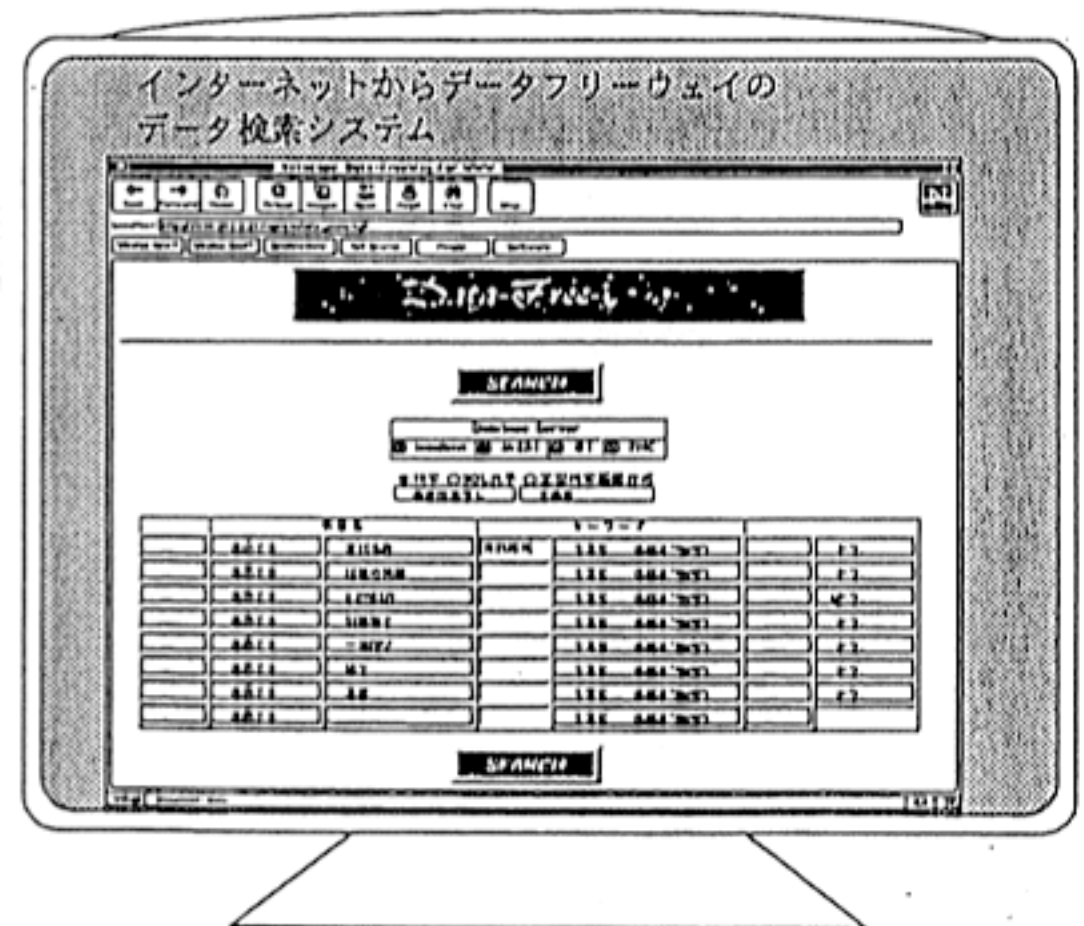
5,243千円（4,821千円）

システムの更新

これまでに、金材技研・原研・動燃・JSTが共同して基盤原子力用材料研究成果の相互利用が図れるデータフリーウェイと称するシステムを開発してきた。平成10年度は、これまで5年に渡り稼働させていたデータベース搭載させていた計算機の更新を行う。データフリーウェイの公開を行うに当たって、利用者の使い勝手と操作性の改善するには、最新性能のデータベースシステムとするためには、計算機および導入ソフトウェアのバージョンアップを図る必要がある。



(平成10年度購入)
データフリーウェイシステム



原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計画	平成10年度 計画	平成11年度 計画	平成12年度 計画	実施機関名 又は委託先	備 考
8. 同位体制御材料の機能と応用 に関する研究	平成9～13年度	シリコン同位 体選択励起に もっとも適切 と考えられる Si ₂ F ₆ ガスの 純度99.9%で かつ収率80% の合成法を見 いだした。ま た、開発した 同位体制御材 料合成装置を 用いて高濃縮 シリコン同位 体薄膜を連続 的に合成する ことに成功し た。	9, 104	22, 888	42, 200	32, 200		
(1)分子振動励起制御			同位体CO ₂ パルス赤外レーザ の発振		同位体選択励起・分解 ～13			通常のCO ₂ レーザで は不可能な955-965 cm ⁻¹ 域での発振と ²⁹ Siの高濃縮化
(2)同位体制御材料の物性			同位体制御高純度単結晶の育 成		熱物性ならびに光・電子物性 評価 ～13			熱物性など各種物性 に及ぼす同位体効果 の明確化と同位体制 御による機能発現
(3)核変換機能			核変換による材料組成制御のシミュレーションと特性評価		中性子核変換による化合物合 成 ～13			同位体制御による核 的特性の制御予測、 中性子転換不純物添 加による同位体制御 材料からの均一半導 体の合成

項目名：8. 同位体制御材料の機能と応用に関する研究（継続）

1. 目的

同位体レベルで組成制御された原子・分子から構成される材料の物性ならびに核変換等の諸特性を明らかにするとともに、同位体制御材料の機能発現を目的とする。

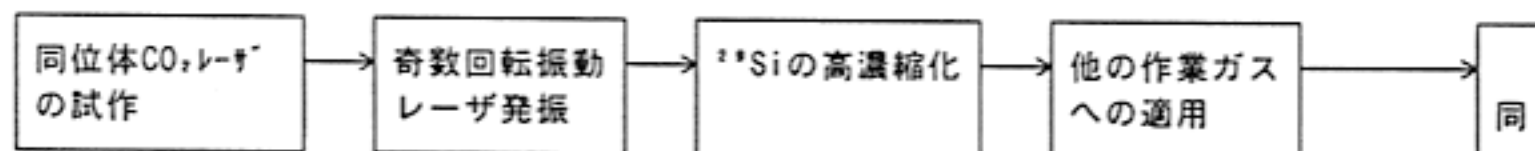
2. 平成10年度要求概要

赤外光源の媒体として使用されるCO₂ガスの酸素及び炭素の同位体組成を調整することにより分子の対称性を崩して、これまで通常のCO₂赤外レーザーでは得られなかった955-965cm⁻¹及び985-1000cm⁻¹波数域のレーザー発振を試みる。また、高純度同位体シリコン、ボロンなどの結晶育成を試み、同位体制御材料の熱物性等について調べる。さらに、核変換による新材料合成及び材料特性制御の可能性を明らかにする。²⁹Siによる低損傷均一P注入について検討する。

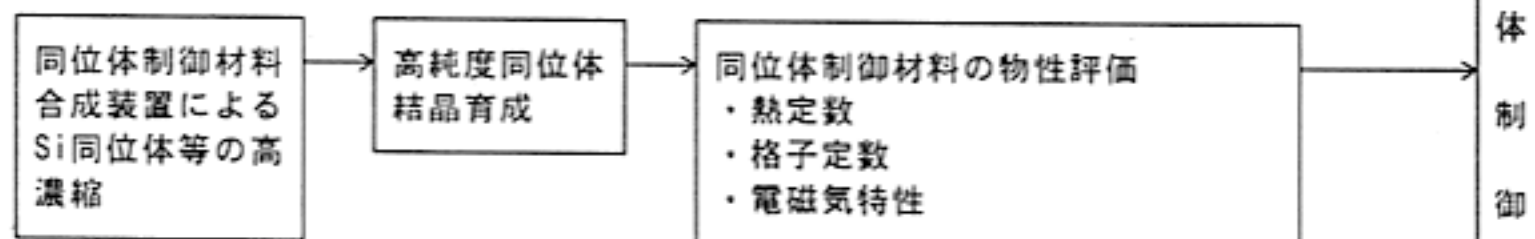
3. 概算要求（前年度予算額）	22,888千円（9,104千円）
（内訳）	
1）備品費	10,500千円（0千円）
2）消耗品費等	12,388千円（9,104千円）

8. 同位体制御材料の機能と応用に関する研究（継続）

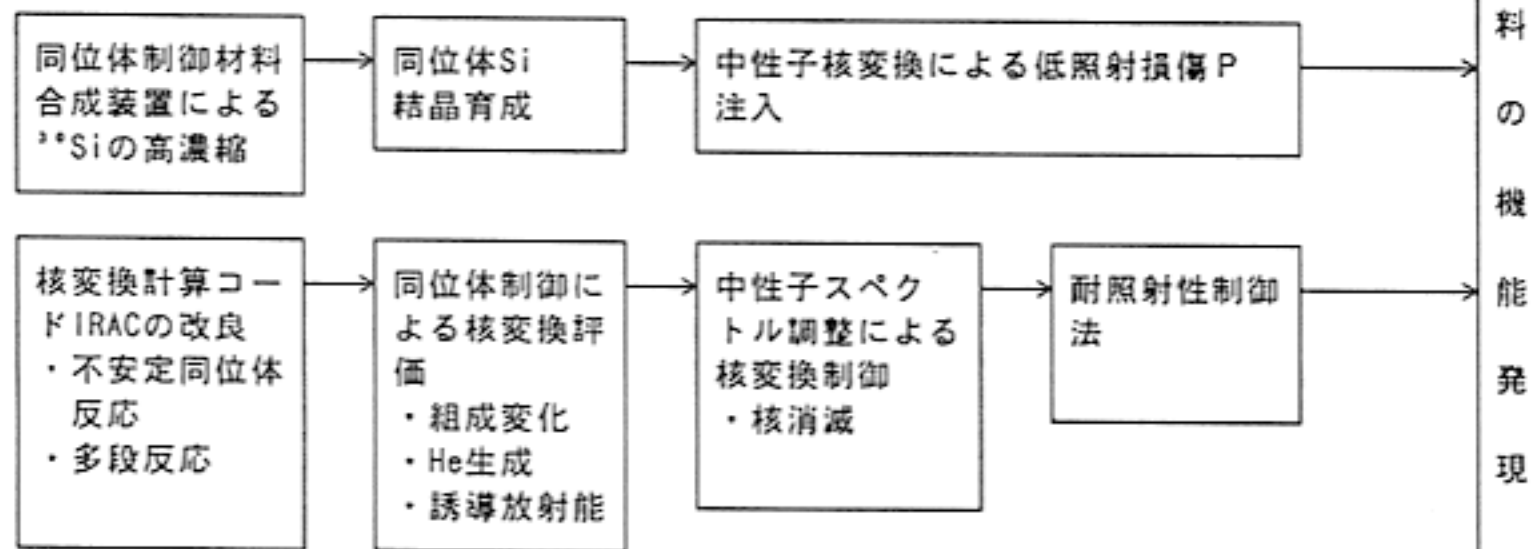
1) 分子振動励起制御



2) 同位体制御材料の物性



3) 核変換機能



原子力関係事業の進捗状況

省庁名(科学技術庁 金属材料技術研究所)

年度 事項	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計画	平成10年度 計画	平成11年度 計画	平成12年度 計画	実施機関名 又は委託先	備 考
9. 先進的原子力材料の照射劣化抑制に関する研究	平成10～14年度			36,788	37,460	34,456		本研究の遂行にあたっては、大学・原研との共同研究、連携大学院制度の活用、科研費研究への参加などによって施設の相互利用や人材・情報の交流を行うことを予定している。
(1)表面制御による照射劣化抑制				材料固有の特性を明確に評価 種々の表面被覆層の形成と非照射での延性向上評価		被照射材料における脆化抑制効果の評価		
(2)照射下動的挙動の評価解析					各種先進材料の照射下での動的変形・破壊挙動の評価試験 先進材料における応力下での点欠陥カインティックスに基づく動的挙動モデルの構築			

項目名： 9. 先進的原子力材料の照射劣化抑制に関する研究（新規）

1. 目的

今後の原子力開発においてはより一層の安全性向上と社会的アクセプタンス獲得が必要であり、優れた耐照射損傷性と低誘導放射性を有する材料の開発が求められている。本研究では提案されている先進的な原子力用候補材料について、材料表面の制御による積極的かつ新しい照射劣化抑制法の基礎確立を図るとともに、一般的に行われている「照射後」試験では評価できない動的な「照射下」特性劣化の評価解析を行い、先進材料の実用化に資する。

2. 平成10年度要求概要

平成10年度（初年度）は、先進材料固有の特性を明確にすることに重点を置きながら、種々の表面被覆層の形成と非照射での延性向上効果の試験を進める。

3. 概算要求額（前年度予算）

36,788千円（0千円）

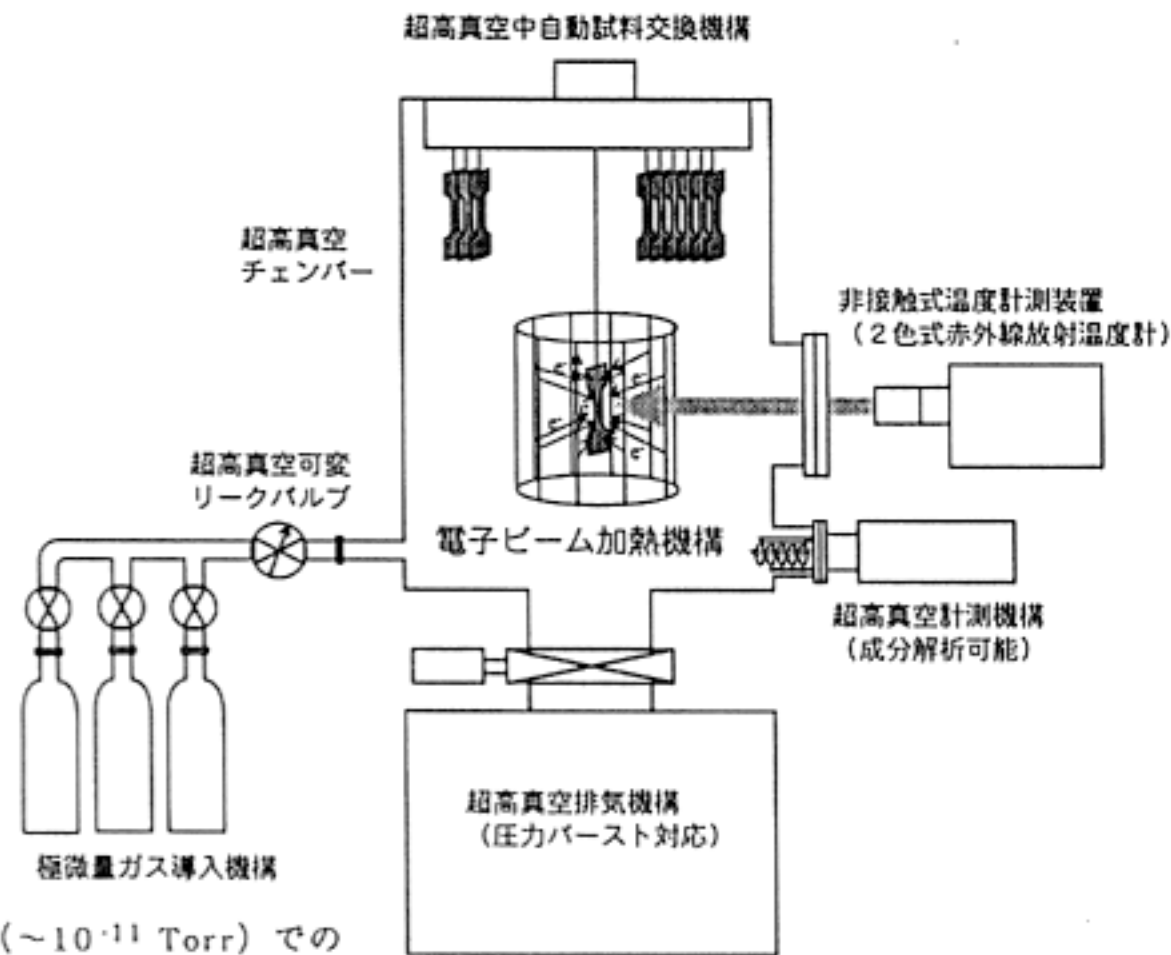
（内 訳）

1）備品費 27,328千円（0千円）

2）消耗品費 9,460千円（0千円）

先進的原子力材料の照射劣化抑制に関する研究

(新しい照射脆化抑制法の基盤研究 初年度 -- 材料固有の特性把握と非照射での延性向上効果の評価)

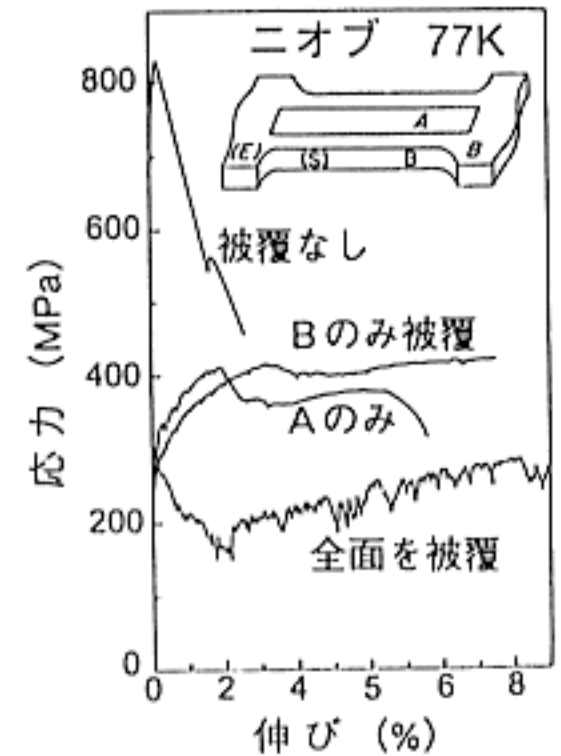


照射脆化

照射による点欠陥集合体が転位の運動・増殖を阻害し材料を壊れ易くする

表面被覆を活用した脆化の抑制
表面からの転位の連続的大量供給
運動する転位による欠陥集合体消去

プレーティング法
CVD/PVD法
その他



表面被覆による延性向上の例

侵入型不純物原子の制御
(装置の開発製作)

先進材料の試料作成
軽水炉材料、高速炉材料、
核融合炉材料など

非照射状態での
微細組織・機械
的特性の評価

先進材料固有の
特性把握

各種表面被覆層の
形成試験

非照射状態での
表面被覆層による
延性向上効果の評価

項目名：10. 核融合炉用高温超伝導体の極低温その場観察・解析技術に関する研究（継続）
（放射線ビーム利用先端計測・分析技術）

1. 目的

核融合炉用酸化物高温超伝導体の開発上の指針を得るため、超伝導状態が出現する低温及び格子異常が生じる低温の温度領域における結晶構造の解明に必要な電子顕微鏡観察・解析技術の開発を行う。具体的には、低温観察における試料のドリフトや振動に起因する著しい分解能の低下を、高速撮像技術・画像処理・レンズ系のコンピュータ制御・レーザーを用いた高輝度電子銃の開発、レーザーを用いた試料の温度制御方式の開発等を総合的に行うことにより、改善して低温での撮影像の高分解能化を目指す。また、電子回折法による酸化物高温超伝導体の規則度の測定法及び低温での格子歪みの測定法を開発する。

2. 平成10年度要求概要

平成10年度は、レーザー加熱による温度制御を行うことにより試料の振動が全くなく、試料の温度及び電気抵抗の精密測定が可能な電子顕微鏡試料冷却装置（「レーザー加熱温度制御式電顕試料冷却装置」）を開発する。また、低温での電子顕微鏡の高分解能化のためのソフトウェアの開発及び収束電子線回折法を用いた極低温における酸化物高温超伝導体の格子歪みの測定法の開発とその応用を図る。

3. 概算要求額

（内訳）

1) 備品費

36,663千円（27,449千円）

2) 消耗品費等

31,290千円（23,520千円）

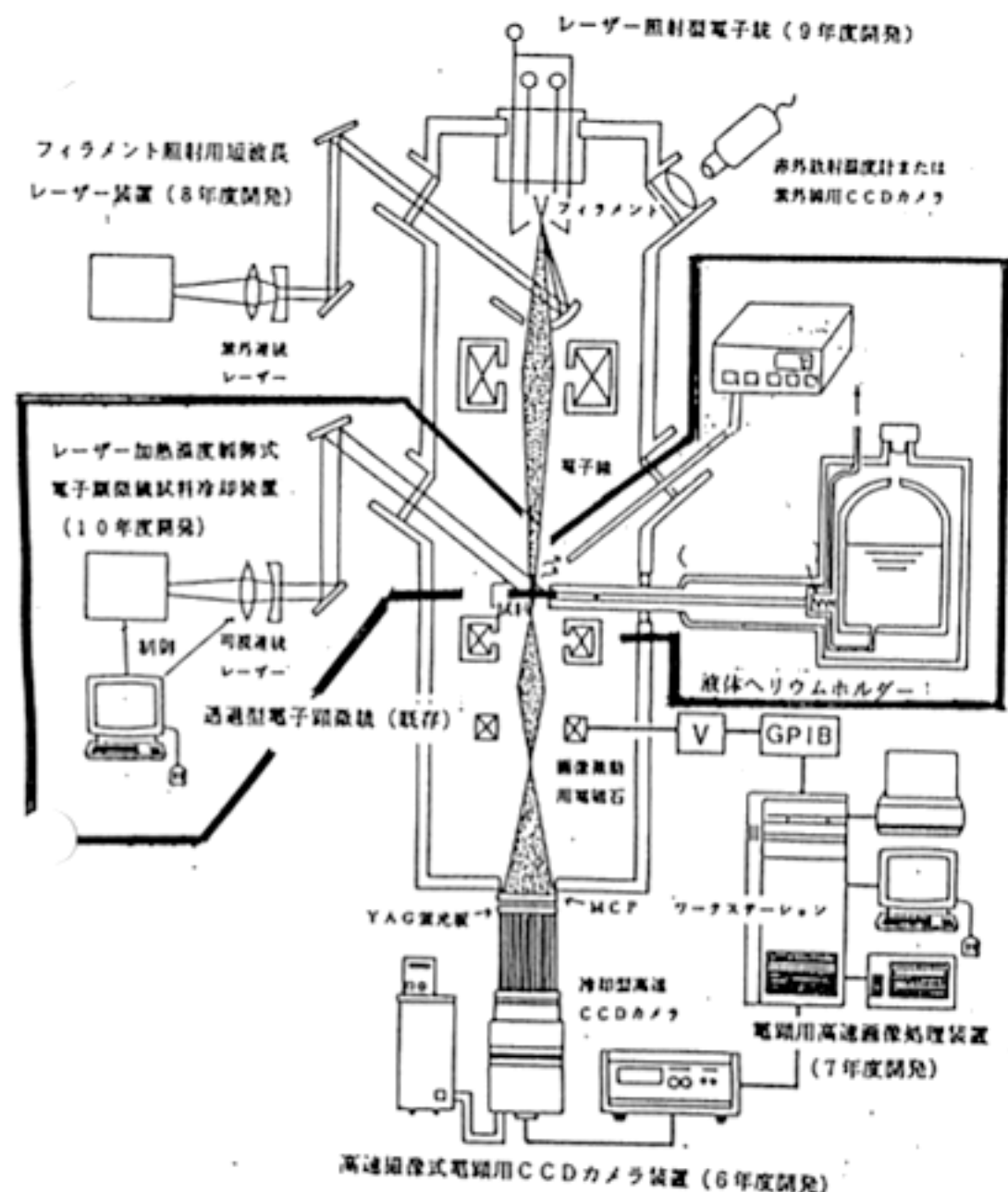
5,373千円（3,929千円）

核融合炉用高温超伝導体の極低温その場観察・解析技術に関する研究 (継続) (放射線ビーム利用先端計測・分析技術)

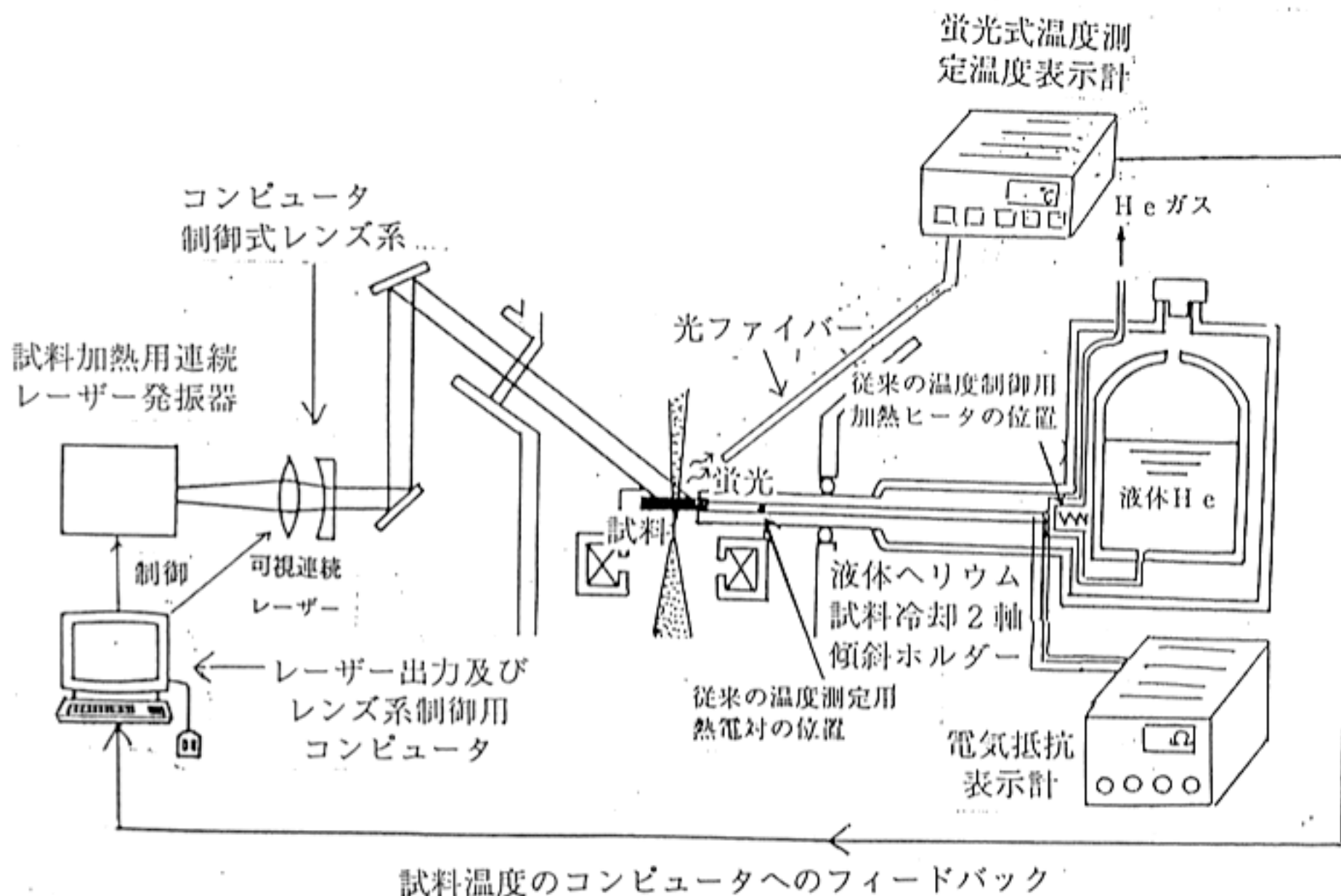
極低温での高分解能化のための ハードウェア開発

平成10年度要求設備の概要

特徴) ヒーターの代わりにレーザー加熱で温度を制御し、液体ヘリウムの蒸発を抑えて試料の振動をなくす。
蛍光を利用することにより、低温での試料の温度が初めて精密に測定できる。
試料のドリフト対策が可能になったことにより、低温での試料の電気抵抗が初めて精密測定できる。



全体の装置開発における要求
装置の位置付けを示す概略図



レーザー加熱温度制御式電子
顕微鏡試料冷却装置の概略図

原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計画	平成10年度 計画	平成11年度 計画	平成12年度 計画	実施機関名 又は委託先	備 考
11. 励起中性粒子線の基礎技術に関する研究	平成9～13年度		35.763	40.602	55.000	65.000		
(1) 粒子励起場発生技術			高密度粒子束発生技術					
			ノズル／キャ ピラリーの最 適化	粒子束励起技術				
				光ポンピング	粒子弁別技術	～13		励起ビームの高精度 高密度化を図る。
(2) 励起粒子計測技術			粒子特性計測					
			励起粒子検出 法の開発	モット検出器 の小型化	並列評価計測技術			
					走査プローブ との複合	～13		2次放出粒子の観測 と表面状態の推定を 試みる。

項目名：1 1. 励起中性粒子線の基礎技術に関する研究（継続）

1. 目的

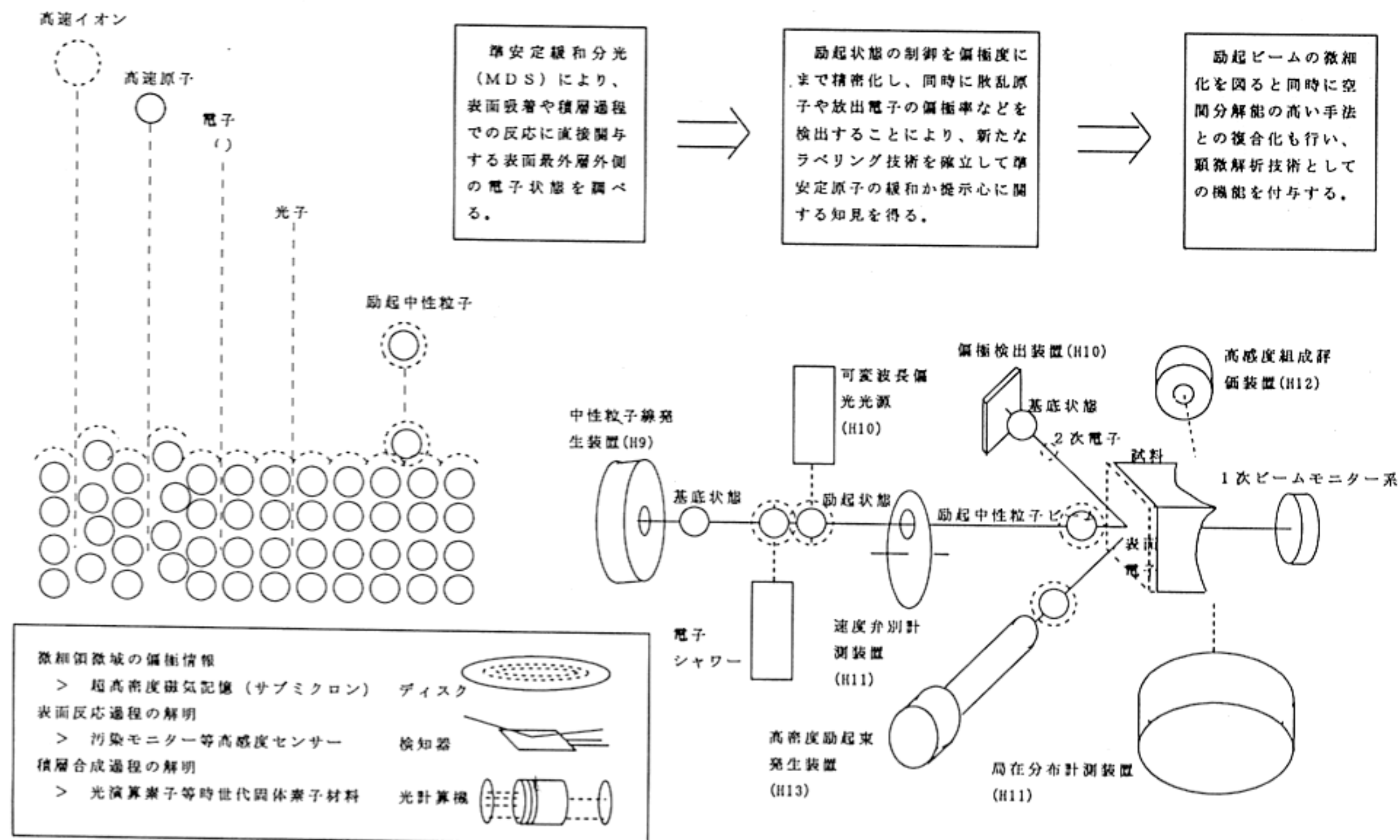
精密励起放射線源として制御された励起状態にある原子・分子を利用し、原子力材料等の物質の微視的状态を観測する。照射粒子の内部構造に起因する材料表面上での特異な現象の観測を系統的に行ってマイクロ物性解析のための計測手法の可能性を探求し、新しい基盤計測技術を確立する。本研究では特に、物質の微視的状态を励起粒子によって精密に観測するために必要となる高精度の励起原子・分子束を高密度に生成する技術の開発を進めるとともに、励起粒子束と物質との相互作用によって生ずる散乱現象や2次粒子放出現象を観測することにより、現象を特定し、かつ物質の状态を推定する要素技術の研究を行う。

2. 平成10年度要求概要

- (1) 励起状態にある中性粒子の中から特定の状态をも光ポンピングによって選別するために、強い近赤外光の得られる可変波長円偏光光源の研究開発を行う。
- (2) 照射試料より放出される2次電子や、散乱粒子の偏極度とエネルギー角度分布を計測するために、偏極検出システムの小型化の技術開発を行う。

3. 概算要求額（前年度予算額）	40,602千円	（	35,763千円）
（内訳）			
1）備品費	36,750千円	（	31,000千円）
2）消耗品費等	3,852千円	（	4,763千円）

項目名 励起中性粒子線の基礎技術に関する研究



原子力関係事業の進捗状況

省厅名 (科学技术厅 金属材料技术研究所)

[illegible]

項目名：12. 複合環境用材料の表面反応・欠陥成長過程の実時間解析と表面物性評価（継続）

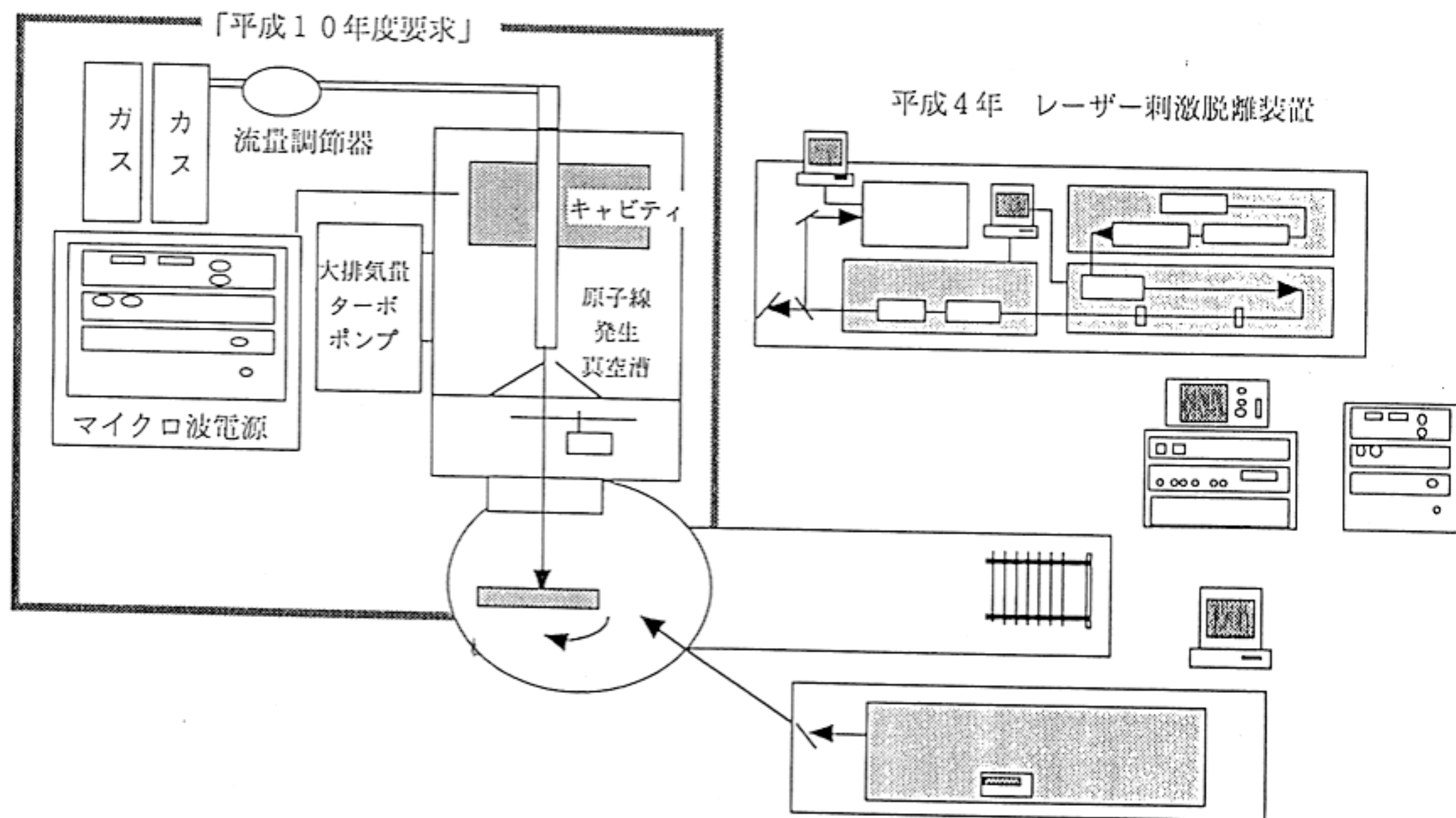
1. 目的
照射下での励起表面反応の本質的解明を目指してパルスレーザー、イオン、プラズマおよびクラスターの表面との高速度反応の解析のため、表面に欠陥生成・消滅反応過程の解明、化学種の表面吸着・脱離過程の反応により表面物性の評価を行う。

2. 平成10年度要求概要
前年度に引き続き、照射励起過程のダイナミクスを研究するためのプラズマ励起パルス原子源の開発を進める。

3. 概算要求額（前年度予算額）	23,665千円（48,872千円）
（内訳）	
1）備品費	0千円（35,910千円）
2）消耗品費等	23,665千円（12,962千円）

複合環境材料の表面反応・欠陥成長過程の実時間解析と表面物性評価（継続）

照射下での励起表面反応の本質的解明のためには、制御されたイオン・分子線・原子線を用いて表面反応の動的過程の研究を行う必要がある。反応によって生成脱離する分子種の内部量子状態を測定することにより、表面での反応および脱離過程におけるおける原子の動き（ダイナミクス）に関する情報が得られる。これまでレーザー刺激脱離装置を用いて、パルス分子線およびパルスレーザー照射による表面反応のダイナミクスの研究を行ってきた。平成10年度はレーザー刺激脱離装置をパルス原子線照射を行えるように改造し、分子に比べて反応性が高くプラズマ反応などに重要な役割を果たす原子照射による反応のダイナミクスの研究を行う。



原子力関係事業の進捗状況

省庁名 (科学技術庁 金属材料技術研究所)

事 項	年 度	事業実施期間	平成 8 年度 までの実績	平成 9 年度 計 画	平成10年度 計 画	平成11年度 計 画	平成12年度 計 画	実施機関名 又は委託先	備 考
13. 放射光を利用した極微量照射欠陥の解析技術の確立		平成 6 ～10年度	54, 713	21, 021	20, 434				
(1)高輝度・高指向性X線ビームを利用する解析技術の確立			既設SRおよび実験室系において研究を行い、また新SR実験施設で使用する装置の設計指針を確立し、製作に着手した。	新SR実験施設で使用する装置の試作	実試料へ応用				
				斜入射X線実験の研究7～					
(2)高エネルギー領域のX線を利用する解析技術の確立				新SR実験施設で使用する装置の試作	実試料へ応用				
				高エネルギーX線の分析への利用に関する研究6～					

項目名：13. 放射光を利用した極微量照射欠陥の解析技術の確立（継続）

1. 目的

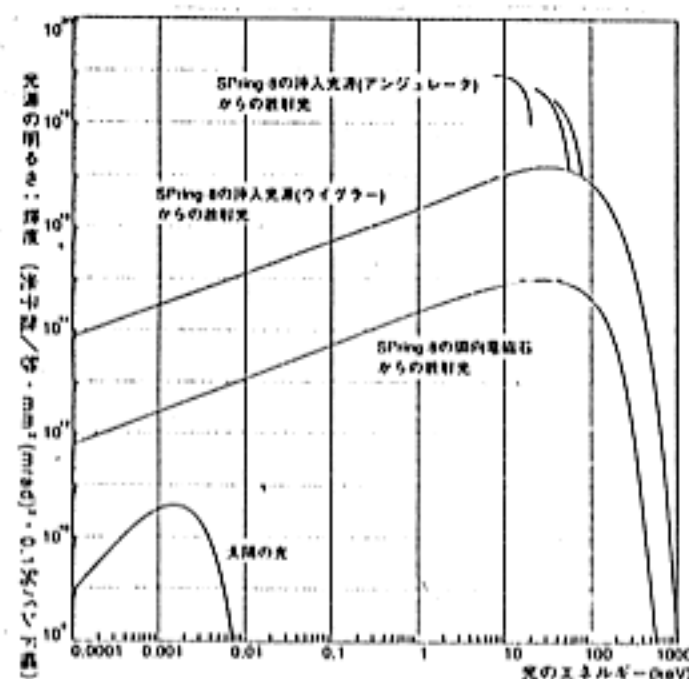
第3世代放射光（SR）施設の持つ特徴に着目した新しい解析手法、装置に関する研究、とりわけ蛍光X線を利用する高感度化学状態分析手法や表面敏感測定手法に関する研究を行い、極微量照射欠陥の解析への応用を検討する。

2. 平成10年度要求概要

これまでに、既設SRや実験室系のX線源を用いて、薄膜特定界面に敏感な計測法や重金属元素の高感度測定法など新しい解析技術の開発研究を行い、また新SR実験施設において使用する装置の設計指針を確立し製作に着手した。10年度は、一部の装置の製作を継続すると同時に、いよいよ本格的な運転が行われる SPring-8 からの高輝度SRを用いて実試料への応用を行う。

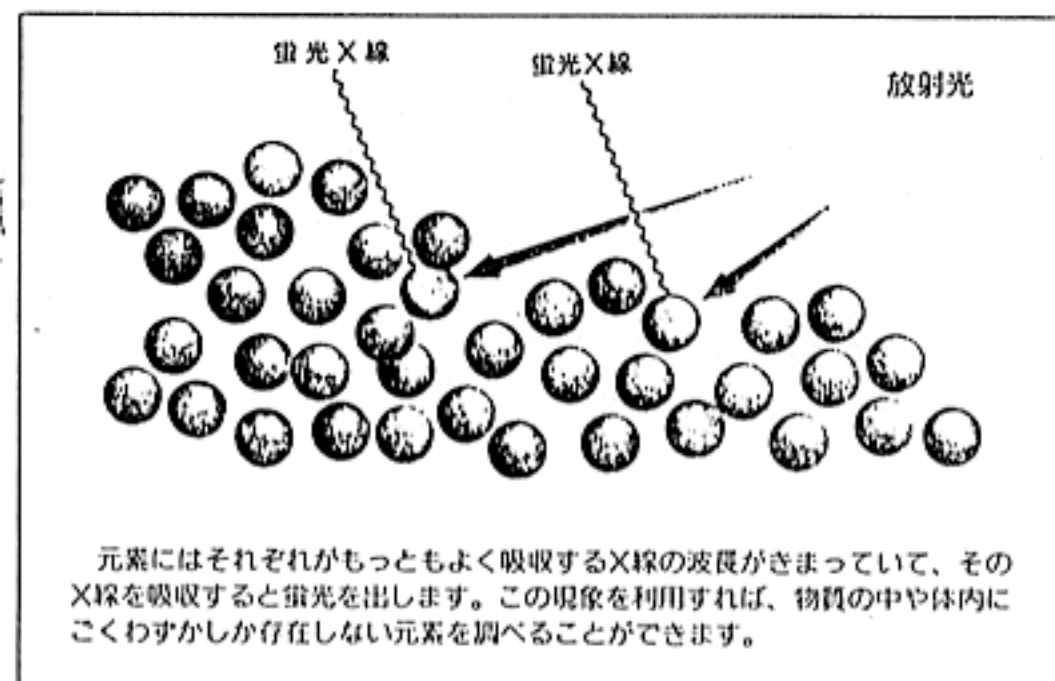
3. 概算要求額（前年度予算額）	20,434千円（21,021千円）
（内訳）	
1）備品費	9,975千円（13,860千円）
2）消耗品費等	10,459千円（7,161千円）

13. 放射光を利用した極微量照射欠陥の解析技術の確立 (継続)



Spring-8の重要な特徴である高輝度・高指向性のX線ビームと高エネルギー領域のX線を利用する解析技術、特に蛍光X線に着目した解析技術の確立を目指しています。

平成6・7年度



平成8・9年度

平成10年度

高輝度・高指向性
X線ビームを利用
する解析技術

全反射現象を利用する蛍光X線分析
(表面・薄膜解析)
吸収端化学シフトの蛍光X線法による
測定 (超微量化学状態分析)

高エネルギー領域
のX線を利用する
解析技術

高エネルギーX線励起蛍光X線分析 (重金属元素の高感度分析)

既設SRおよび
実験室系におけ
る検討
(装置設計指針
の確立)

Spring-
8において使用
する装置の設計
試作

H9年度後
半にSpring-
8 実験開始

装置の完成
実試料への応用

原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

事 項	年 度	事業実施期間	平成8年度までの実績	平成9年度計画	平成10年度計画	平成11年度計画	平成12年度計画	実施機関名又は委託先	備 考
14. 原子力用材料の微視組織を考慮した計算力学特性解析法及び組織構成最適設計法の開発		平成6～10年度	97.897	24.046	13.185				動燃事業団のマクロモデル（構造体）プログラムと金材技研のミクロモデル（微視欠陥組織）プログラムを結合して実環境下での構造物の応答評価の高度化を目指す。
(1) 原子力用材料の微視的力学特性の計算力学的解析法の開発			酸化物分散強化合金のクリープ亀裂成長のモデル化	非均質・異方性材料の力学的解析と結果の妥当性の検証					
(2) 原子力用材料の組織構成の最適設計法の開発			4 CPUを持つ分散並列処理計算機を構築	材料組織構成の最適設計コードの開発と結果の妥当性検証					
(3) 照射材の力学的挙動及び破壊過程の計算力学的解析法開発			結晶粒界にヘリウム気泡が存在する材料の応力・ひずみ曲線を推定する2次元弾塑性有限要素法プログラムを開発し、粒界気泡脆化の特徴を明らかにしつつある	3次元化 拘束計算付き スケーリング法 領域分割ハザード計算化	照射欠陥成長過程取り込み 総合評価				

項目名：14. 原子力用材料の微視組織を考慮した計算力学特性解析法及び組織構成最適設計法の開発（継続）

1. 目的

本研究は、超高温や照射環境等の過酷な環境の下で使用される原子力用材料の力学特性を、異方性や非均質性、さらには、過酷環境によって誘起されるボイド、ヘリウム気泡等、その複雑な微視組織構造を考慮した有限要素法や境界要素法等の計算力学的手法によって評価・解析し、原子力用材料の信頼性評価法並びにその結果に基づいた材料組織構造の最適化設計手法の開発を目的とする。

2. 平成10年度要求概要

1) 原子力用材料の微視的力学特性の計算力学解析法の開発

前年度に引き続き、クリープ条件下でのボイドと亀裂の成長をシュミレートする計算力学的手法の開発を行う。高温強度に異方性を有する酸化物分散合金等の破壊過程の計算力学解析を実際の観察結果によって検証する。

2) 照射材の力学的挙動及び破壊過程の計算力学解析法の開発

前年度までに開発した機械的特性を評価するための弾塑性有限要素法プログラムのさらなる高速化、並列化を図る。結晶粒界気泡形態の統計的分散の影響、ミクロモデルとマクロモデルの結合を目指し、最終的には実験データによってモデルの妥当性を検討する。

前年度までに構築した並列型計算機システムの維持、バージョンアップの費用と計算結果を収録するためのハードディスクシステムを要求する。

3. 概算要求額（前年度予算額）

（内訳）

1) 備品費

14, 106千円（24, 046千円）

3, 549千円（11, 781千円）

2) 消耗品費等

10, 557千円（12, 265千円）

項目名 原子力用材料の微視組織を考慮した計算力学特性解析法及び組織構成最適設計法の開発

大変形有限要素法プログラムを開発し、結晶粒界にヘリウム気泡が析出した場合を想定して、ヘリウム気泡大きさ、密度、地の加工硬化指数等の各種パラメーターが応力・歪み曲線に及ぼす影響を詳細に調べている。この結果、メッシュの微細さ、変異増分の大きさ、繰返し塑性・除荷等のため、計算時間に数日から数十日を要するケースがあることが判明した。このため、計算の途中、計算後のデータの処理中に誤って計算結果を失うと被害が大きい。現在、ハードディスクの故障、停電など不慮の事故に対応するためのハードディスクシステムが商品化されており、これを要求している。

計算結果収納装置仕様

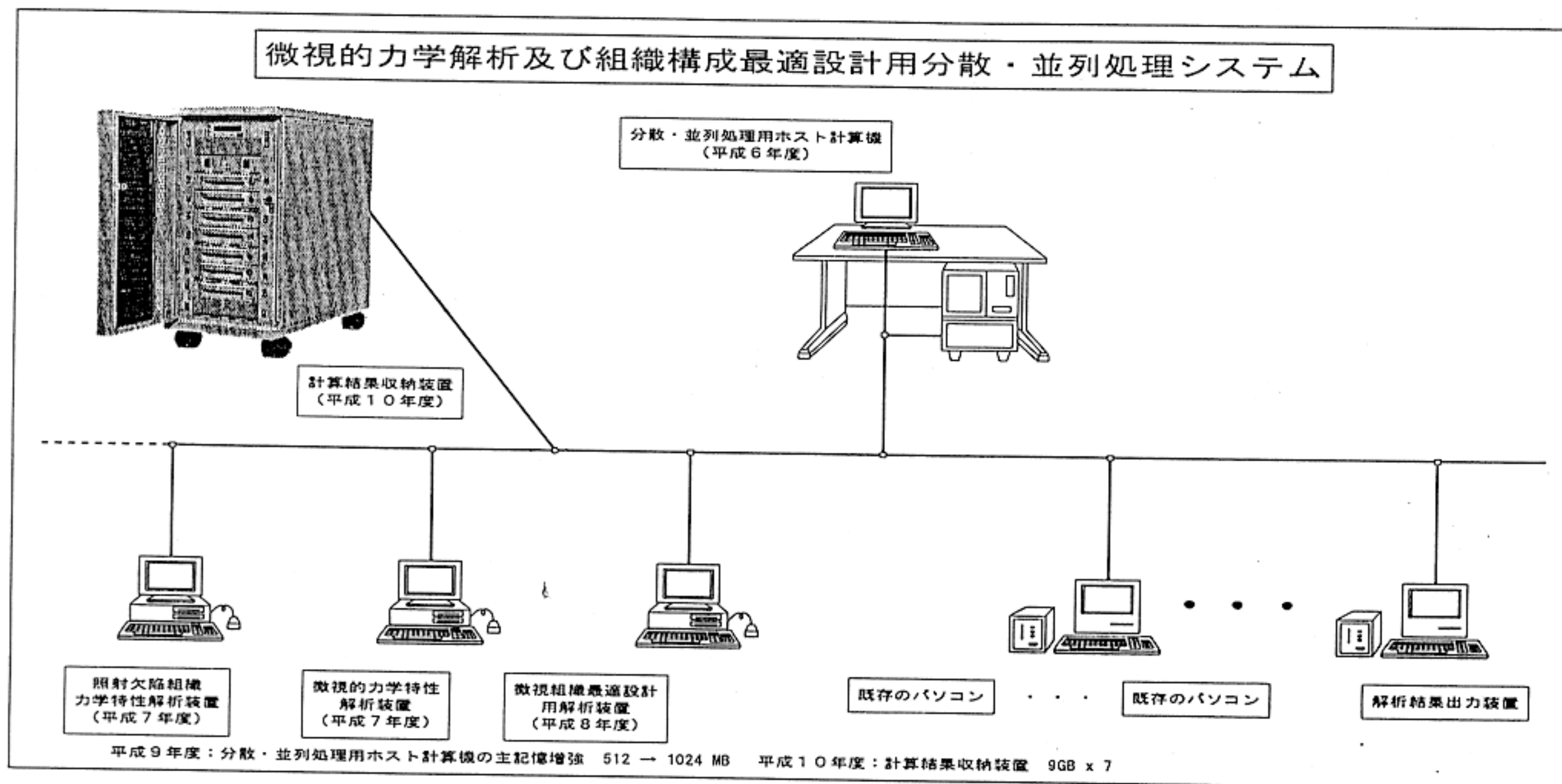
ドライブ数：9GB x 7

ディスク容量(RAID0)：63GB

キャッシュメモリ：8MB

ホストインターフェース：ULTRA Wide SCSI-3

最大転送速度：40MB/s



原子力関係事業の進捗状況

省庁名（科学技術庁 金属材料技術研究所）

事 項 \ 年 度	事業実施期間	平成8年度 までの実績	平成9年度 計画	平成10年度 計画	平成11年度 計画	平成12年度 計画	実施機関名 又は委託先	備 考
10. 核融合炉用高温超伝導体の 極低温その場観察・解析技 術に関する研究	平成6～10年度	73,306	27,449	36,663				現在のところ、目 標とする技術開発は 順調に進んでいる。 本研究では、通常 分解能（2.3Å）を 有する既存の電子顕 微鏡を用いて低温で の高分解能化のため の技術開発を行って いる。11年度以降 は、本研究で開発し た低温での高分解能 化技術（ソフトウェ ア及びハードウェ ア）を1.4Å以上 の高い分解能を有す る高分解能電子顕微 鏡（新しく作製する 必要あり）に搭載 し、低温での電子回 折像の解析技術と共 に用いて、酸化物高 温超伝導体の低温で の結晶構造の研究や 核融合炉用高温超伝 導体の開発を行う。
(1)極低温における高分解能化の ためのソフトウェアの開発		短時間撮像及 び画像重ね合 わせ用のソフト ウェアを開発した。	電子ビーム制 御法による高 分解能化技術 の開発	各種高分解能 化技術の確立				
(2)極低温における高分解能化の ためのハードウェアの開発		高速撮像式C CDカメラ装 置、電顕用高 速画像処理装 置及びフィラ メント照射用 レーザー装置 を開発した。	レーザー照射 型電子銃の開 発・製作	レーザー加熱 温度制御式電 顕試料冷却装 置の開発・製 作				
(3)酸化物高温超伝導体の低温で の電子回折像の解析技術の開 発		電子回折強度 から酸化物高 温超伝導体の 局所領域の規 則度を解析す るための技術 を開発した。	収束電子線回折を用いた格子 歪みの解析技術の開発と応用					