

平成10年度予算概算要求説明

(原子力委員会御説明資料)

平成9年7月11日(金)

放射線医学総合研究所

目 次

○放射線医学総合研究所における研究開発推進の基本的方向及び平成10年度施策の主要事項

○平成10年度予算概算要求額総表

I. 放射線医学重点研究（継続）

II. 原子力基盤技術総合的研究（継続）

III. 重粒子線がん治療臨床試行の推進（継続）

IV. 放射光診断研究（継続）

V. 脳機能研究（継続）

VI. 原子力災害対策総合研究（新規）

VII. 超高磁場磁気共鳴診断技術研究（新規）

VIII. 先端環境安全研究（新規）

IX. 営繕等施設設備

放射線医学総合研究所における研究開発推進の基本的方向 及び平成10年度施策の主要事項

平成10年度予算概算要求額

(放医研を取り巻く環境)

- ・ 科学技術基本計画の策定（平成8年7月閣議決定）
- ・ 国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方（平成9年5月科学技術会議）
- ・ 外部評価（平成8年10月生物部門実施、平成9年7月環境部門実施予定）
- ・ 劣化ウラン弾の沖縄島での誤射事件、動燃再処理施設での火災・爆発事故等による環境への放射性物質の放出
- ・ 防災基本計画（原子力災害対策編）（平成9年6月中央防災会議決定）
- ・ ライフサイエンスに関する研究開発基本計画（平成9年7月科学技術会議）

(放医研の研究ポテンシャル)

- ・ 物理、医学、生物等の幅広い分野の研究者を有する総合研究所
- ・ 重粒子線がん治療装置(HIMAC)、サイクロトロン、PET等をはじめとするユニークな装置
- ・ 高度画像診断推進研究棟（平成9年度着工）、旧病院棟の改修による緊急被ばく医療関係施設（平成10年度運用開始予定）

(先導的研究への取り組みの一層の強化)

- 先導的研究
- ・ 放医研の基盤的研究に新たな展開をもたらす研究
 - ・ 科学技術全体の進歩に貢献することが期待される研究

<研究推進体制>

- ・ グループ 研究体制の充実
- ・ グループ研究等の結果生み出された新たな研究分野・領域にチャレンジするため、任期付任用制度を活用した新たな研究システムの発足

(基盤的研究の推進)

- 基盤的研究
- ・ 環境安全研究
 - ・ 緊急時医療研究
 - ・ 放射線利用の基礎となる研究

<研究推進体制>

- ・ 社会的、行政的ニーズの高い環境安全研究、緊急時医療研究について継続性のある研究推進体制の充実

- I. 重粒子線がん治療臨床試行の推進（継続） ⑤ 560百万円
7,433百万円(5,735百万円)
重粒子線がん治療装置(HIMAC)による臨床試行を引き続き実施する。また、がん治療成績の向上を図るため、重粒子線がん治療装置を国内外の関係機関にも広く開放し、広範な共同利用研究等を行うとともに、治療精度・信頼性向上開発研究を行う。
また、重粒子線高度がん治療推進センターにおいて、粒子線利用技術の全国展開を推進するため共同研究等を行い、これに係る人材を育成するとともに、その成果を積極的に公表する。
- II. 原子力災害医療対策総合研究（新規） 146百万円(0百万円)
外部専門家の参加・協力の下、緊急時医療ネットワーク会議、フォーラム、ワークショップ、共同研究等を実施することにより平常時から緊急時医療体制の充実を図る。
- III. 先端環境安全研究等（新規） 199百万円(0百万円)
（財）若狭湾エネルギー研究センター等地域に所在する研究機関との間で陸域、海域における環境安全に関する共同研究等を推進するとともに、これに係る人材育成等を行うことにより環境安全研究の充実を図る。またその研究拠点として先端環境安全研究センターの設計に着手する。
- IV. 老朽化・安全対策等の推進（新規） ⑥500百万円
368百万円(0百万円)
放射性物質等を取り扱う施設について未然に事故等を防止するため老朽化・安全対策等の必要な措置を講ずる。
- V. 超高磁場磁気共鳴診断技術研究（新規） 87百万円(0百万円)
既存の磁気共鳴画像装置(MRI/S)より強力な磁場(8テスラクラス)を発生させ、高分解能かつ高次の機能の測定を実現する新たな装置を開発することにより診断技術のより一層の高度化を図る。
- VI. 重粒子共同利用・遺伝子改変動物施設の整備（新規） ⑥2,468百万円
291百万円(0百万円)
放射線に対する生体防御要因の解析等を推進するためクリーンな環境下で各種遺伝子改変マウスの作成・維持・照射実験等を行う施設を整備する。

平成10年度予算概算要求額総表

(単位：百万円)

事 項	前年度予算額	平成10年度要求額	対前年度増△減額	備 考
総 額	⑩ 2, 560 15, 372	⑩ 3, 528 18, 039	⑩ 968 2, 667	
放射線医学総合研究所に必要な経費	7, 378	7, 433	55	
1. 人 件 費	3, 327	3, 372	45	研4人、医(三)2人 計6人
2. 経 常 事 務 費	499	520	21	
3. 官庁会計事務データ通信システムに必要な経費	9	9	0	
4. 各 部 門 運 営	2, 295	2, 295	0	
5. 受 託 研 究	2	1	△ 1	
6. 放 射 線 医 学 重 点 研 究	553	553	0	グループ研究等 465(457)
7. 原子力基盤技術総合的研究	64	64	0	
8. 病 院 部 門 診 療 経 費	407	407	0	
9. 安 全 解 析 研 究 費	140	131	△ 9	
10. 安全管理・廃棄物処理対策経費	82	82	0	
重粒子線がん治療装置開発研究等	6, 537	⑩ 560 7, 258	⑩ 560 721	
11. 重粒子線がん治療装置開発研究	5, 636	⑩ 560 5, 735	⑩ 560 98	2次ビーム照射装置 ⑩ 560 重粒子線照射領域検出装置 310(0) 設備整備 0(322) 重粒子プロジェクト研究 4,374(4,374) 1,073(962)
12. 重粒子線高度がん治療推進センター運営	190	246	56	
13. 重粒子線高度がん治療推進研究	587	711	123	
14. 放 射 光 診 断 研 究	24	97	73	
15. 脳 機 能 研 究	99	99	0	
16. 原子力災害医療対策総合研究	0	146	146	
17. 超高磁場磁気共鳴診断技術研究	0	87	87	
18. 先端環境安全研究	0	138	138	
科学技術庁試験研究所施設費	⑩ 2, 560	⑩ 2, 968	⑩ 408	
19. 営 繕 等 施 設 設 備	1, 457	3, 348	1, 891	高度画像診断推進研究棟 ⑩ 2,560 重粒子共同利用・遺伝子改変動物施設 2,250(464) ⑩ 2,468 291(0)

I.放射線医学重点研究

1. 目的

国連科学委員会（UNSCEAR）、国際放射線防護委員会（ICRP）等への貢献、社会的要請及び科学技術政策上のニーズへの対応等のために研究所の総合性を発揮して、特に大規模に行う必要のあるもの、早急解決が望まれるものの性格を有し、課題に応じ所内の関連研究者が班を構成して実施する研究を特別研究として推進する。

研究の新たな発展をめざす先導的研究として、一定期間に達成すべき明確な目標を設定し、プロジェクト的に推進するため、所内外から適任の研究者をその期間結集する流動性のある組織としてグループ研究を推進する。

2. 平成10年度要求概要

概算要求総額

553百万円（553百万円）

（内訳）

(1) グループ研究等

465百万円（457百万円）

①放射線に対する生体制御機構に関する研究

24百万円（24百万円）

②放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析・遺伝情報解析研究

179百万円（179百万円）

③宇宙環境生物医学研究

38百万円（30百万円）

④先端科学技術がもたらす環境負荷とその生体影響の認知基準化に関する研究

48百万円（48百万円）

⑤低線量影響評価・発がん機構の研究

39百万円（39百万円）

⑥高度診断機能研究

137百万円（137百万円）

(2) 放射線生体防御要因の解析に関する調査研究（新規）

31百万円（0百万円）

(3) 環境放射線の被ばく影響及びその低減に関する調査研究（新規）

58百万円（0百万円）

(4) (放射線被ばくのデトリメントとその修飾因子に関する調査研究)

0百万円（58百万円）

(5) (環境における放射性物質の動態と被ばく線量算定に関する調査研究)

0百万円（38百万円）

1. 放射線に対する生体制御機構解明に関する研究

24百万円 (24百万円)

- ・ 放射線等による生体障害の初期過程、遺伝子の発現調節や生体情報伝達、種々の疾患の発生、疾患の制御等における活性酸素・フリーラジカルの研究が世界的に行われはじめていることや本研究所において蓄積された研究成果等を背景として、分子、遺伝子、細胞から個体レベルに至る放射線等に対する生体制御機構を総合的に解明し、さらにそれらの予防、診断、治療等医学利用に寄与することを目的としている。
- ・ 平成10年度は、前年度に引き続き、活性酸素・フリーラジカルの生成、挙動、及び生体構成成分への作用の解析を行う。また、生体制御物質の合成・抽出・固定・活性評価及び生体制御物質の機能解析を行う。

2. 放射線の生物影響に関連するヒトゲノム領域の解析・遺伝情報解析研究

179百万円 (179百万円)

- ・ 放射線感受性機構及び放射線発がん機構に関連するヒト及びマウスゲノム領域の解析研究及び DNA 塩基配列を決定して遺伝情報を解析するための技術的基盤を確立し、ヒトの放射線影響のリスク評価に定性的・定量的な科学的根拠を提供するとともに、国際協力の下、推進されているヒト・ゲノムプロジェクトに貢献することを目標に研究を進めている。
- ・ 平成10年度は、物理地図の作成とサンプル調製法等の材料開発研究を行い、シーケンシングのためのDNA試料を作成する。さらに、モデル生物のcDNAカタログ化等の塩基配列決定を行い、ゲノムDNAについてはサンプル調製、シーケンシング技術、データ処理等の技術開発を行う。

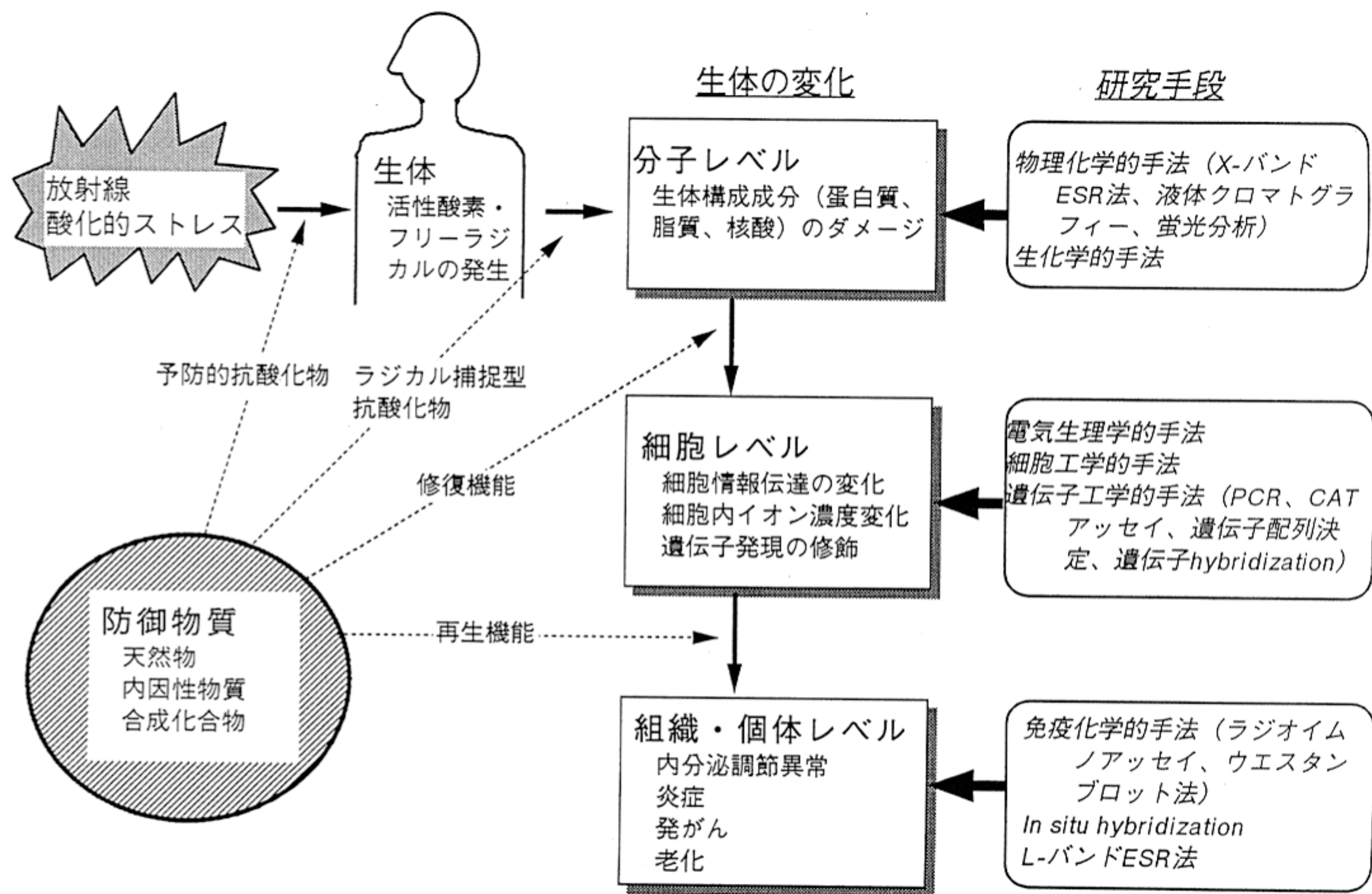
3. 宇宙環境生物医学研究

38百万円 (30百万円)

- ・ 宇宙ステーション計画の推進等により、人類の活動領域が拡大され、宇宙環境に近い将来人類の活動領域となることが予想されることから、高エネルギー粒子線の生物影響と被曝防護に関わる基礎的研究及び技術的検討に取り組むことが必要である。このため、高エネルギー粒子線による人間被曝線量を精度よく推定する方法を開発し、その線量評価に基づいて当該放射線の生物影響の解明を目指す。
- ・ 平成10年度は、高エネルギー粒子線場で予測される被ばく線量域における計測器の製作及び校正実験、加速器を利用した長期低線量率の生物照射実験、無重力場と放射線の相乗効果を推定する実験及び遮蔽等の物理要因や太陽活動等の環境要因による線量変動の推定等を行う。また、宇宙飛行士の被ばく管理を含む放射線安全研究の準備に着手する。

4. 先端科学技術がもたらす環境負荷とその生物影響の認知基準化に関する研究 48百万円 (48百万円)
- ・ 科学技術の発展に伴い環境中への放出が急増している先端科学技術関連の各種有害物質について、環境負荷と生物影響を同一基準で比較する（認知基準化）ための総合的評価手法を開発し、これらの物質の実際の環境中での動態、実験室内で制御された生態系での動態と影響、生体による摂取と代謝、人体への毒性等を系統的に明らかにする。
 - ・ 平成10年度は性質の異なる種々の物質の環境及び人体影響の評価・比較検討のために新しいタイプの数学モデルである「リファレンス環境」を構築する。また、環境要素及びパラメータリストの作成、人体への毒性を物質ごとに評価するための手法の開発、環境生態系の影響指標の確立等を行う。
5. 低線量放射線安全評価のための実証的研究並びに発がん機構に関する研究 39百万円 (39百万円)
- ・ 低線量・低線量率被ばくの影響についてはほとんど解明されていないこと、また社会の関心も高いことから、低線量放射線の安全評価研究は緊急の課題となっている。これを解明するためには、多数の実験動物を用いた実証的研究と同時に、リスクの大きさを左右する発がん感受性にかかわる遺伝的要因や放射線発がん機構等の基本的理解が必要である。このため、ヒトの低線量放射線被ばくの晩発影響、特に発がんのリスクの実証と新しいモデルの開発のためのシステムの確立を行ない、低線量放射線の安全評価、とりわけ発がんリスク評価の基礎に資する。
 - ・ 平成10年度は前年度に引き続き、低線量放射線の生涯リスクの実証、放射線発がんにおける時間因子の解析、発がん感受性の遺伝子要因の解析、及び放射線発がん特異的遺伝子変化の解析を行う。また、発がん機構の分子生物学的解析を実施する。
6. 高度診断機能研究 137百万円 (137百万円)
- ・ 高齢化社会におけるがん、痴呆、動脈硬化性疾患等の老年病の治療・予防に資するため、サイクロトロンにより生産される放射性核種の高品質化・高効率化を図り、高比放射能標識技術を確立するとともに、ポジトロン CT 診断法・磁気共鳴スペクトロスコピー法等を用いた生体機能解明に関する総合的調査研究を実施し、その成果を広く普及する。また、SPECT（単光子 CT 診断法）の薬剤の製造・開発・利用に関する研究等を実施する。
 - ・ 平成10年度は、前年度に引き続き、高比放射能標識技術の開発、生体内動態等生命科学への応用及び各種診断法により脳神経疾患等の病態解明等の調査研究を行うとともに、ネットワーク会議のもと、PETの方法論を基にSPECT診断技術の研究を行う。

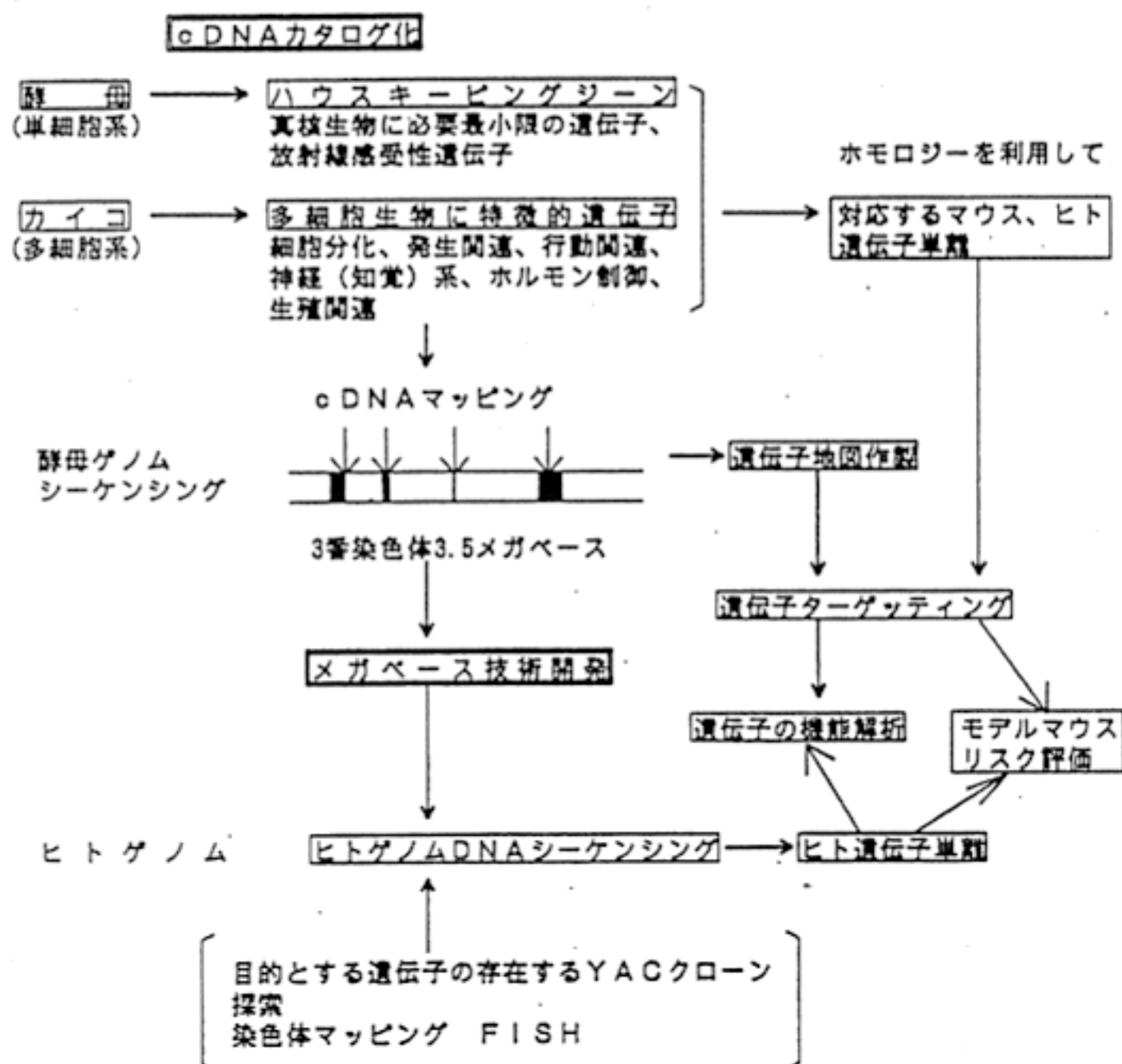
7. 放射線生体防御要因の解析に関する調査研究（新規）3 1 百万円（ 0 百万円）
（平成10年度～平成12年度）
- ・ 低レベル放射線の生物影響に関するリスク評価の科学的根拠を明確にし、信頼性を高めるための総合的研究を行う。そのため、遺伝子改変細胞・マウスを用いることにより、放射線発がんにおける修飾要因の遺伝子制御の解明、防御要因遺伝子相互の関連の解明、未知の防御要因の探索を行う。また、防御要因候補遺伝子が未だ同定されていない重要な生物影響に関して候補遺伝子の特定を目指す。
8. 環境放射線の被ばく影響及びその低減に関する調査研究（新規）5 8 百万円（ 0 百万円）
（平成10年度～平成12年度）
- ・ 環境放射線として平常時と緊急時の双方を対象として、その影響と低減に関する総合的研究を行う。平常時に関しては、最も線量寄与の大きいラドンについて、物理学的、工学的、生物学的、及び疫学的側面から研究を行う。また、ラドンからの被ばくの低減化方策を検討する。一方、緊急時における潜在被ばくから住民を守るための手段について、化学的、食物学的、保険額・疫学的側面から総合的な検討を行い、潜在被ばく低減のための有効な方策を見出す。



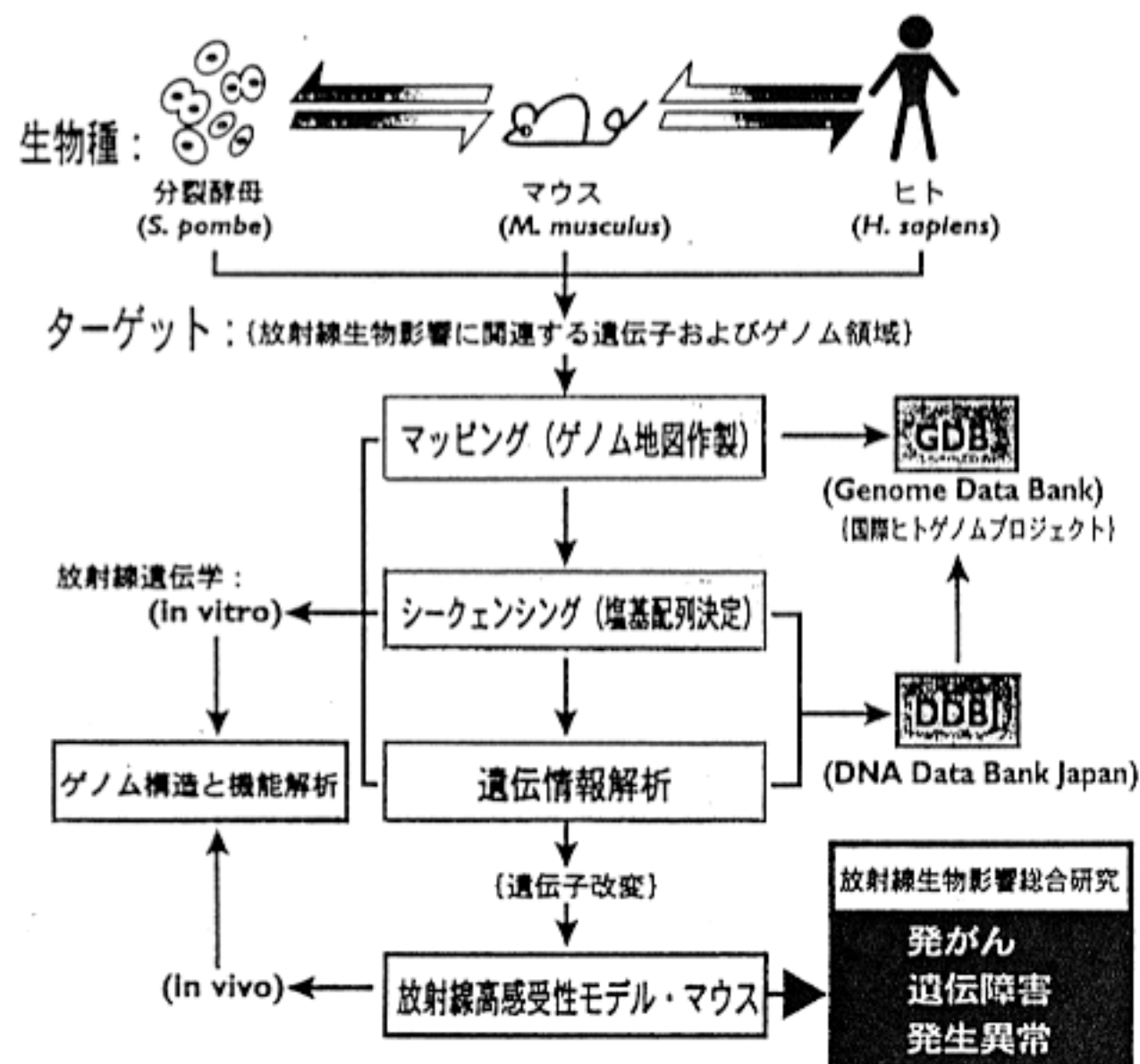
図：放射線に対する生体制御機構に関する研究

「放射線の生物影響に関与するゲノム領域の解析研究・遺伝情報解析研究」

遺傳情報解析研究



ゲノム領域の解析研究



宇宙環境生物医学研究

放医研の研究スケジュール

1995年：フロンティア共同研究契約成立（放医研-NASDA）
 1997年：ミール・ステーション線量計測実験参加
 1998年：スペースシャトル実験予定
 2000年：国際宇宙ステーション（JEM）生物実験参加

国際的スケジュール

1997 国際宇宙ステーション（日米加欧）建設開始
 ↓
 ロシアのミール・ステーションと合体
 ↓
 2002 同上のJEM（日本実験棟）完成、
 日本人宇宙飛行士の常駐開始

背景

宇宙船内も大気圏内も
 同様の2次線が発生

- 宇宙飛行士／航空機搭乗者用の
個人モニタ開発
- 航空機、気球等による予備実験

目的

宇宙飛行士の放射線防護

宇宙飛行士の線量評価

- 宇宙放射線の外部線量評価と校正
- 宇宙飛行体（ミール等）実験
- 生物線量計開発の検討

宇宙特有の問題点

2次宇宙線の被曝も重要である

宇宙放射線は極めて高エネルギー
 かつ多種類の粒子線の集合体

宇宙は微小重力環境である

クリノスタットで
 微小重力を模擬

重力生物学

- 微小重力は放射線生体影響を
どう修飾するか（相乗効果）

粒子加速器ビームで
 宇宙放射線を模擬

細胞・小動物

粒子線生物学

- 生体影響は粒子種、エネルギー、
照射間隔等にどのように依存するか

基盤研究

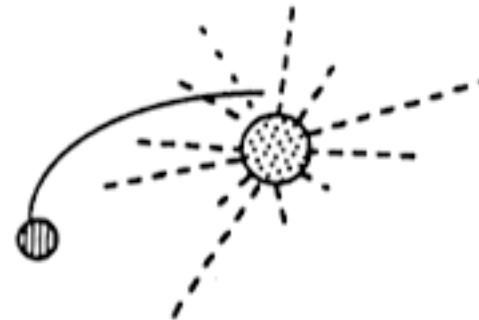
応用研究

- どんなビームを用いれば
がん治療に有効か

がんの有効治療の要請

背景

安全な
 宇宙ミッション



低線量影響評価・発がん機構の研究

疫学データ

中間データ
不確定要素多い
リスク評価に必要なパラメーター不足

動物実験データ

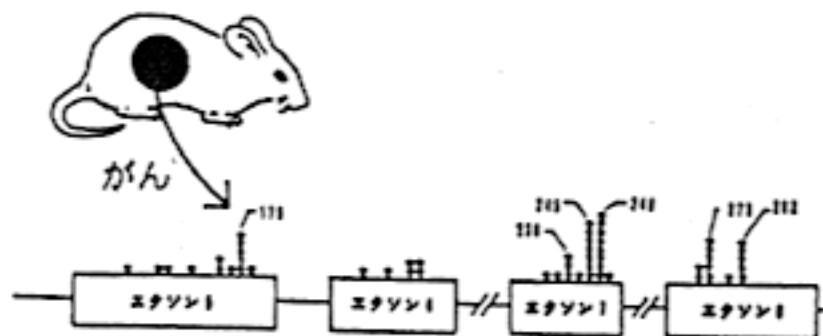
動物実験による
生涯飼育データ



リスク推定の基礎
として重要
↓
要求度大

線量が低くなると限界
(動物のロット差、飼育
条件の制御の難しさ)

分子生物学的手法による機構解明
バイオテクノロジーの進歩



融和

実証研究

大量のSPFマウス（新生児）を用い線量効果
関係を明らかにする

0.48~5.7 Gy 終了
0.19 Gy 観察中
0.1 Gy 発がんリスクの増加？
リスクの修飾要因：被曝時年齢、線量、性差

発がん機構解明

遺伝的要因（放射線高感受性動物）

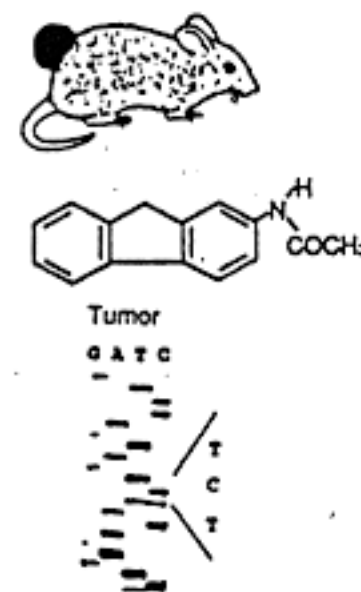
LEC 遺伝子導入
発がんにおける変異遺伝子の役割と
遺伝的要因の解析

放射線発がんの特異性の解析

放射線誘発腫瘍と化学物質誘発腫瘍
の比較

分子生物学的発生機構 発がん関連遺伝子の変異

がん遺伝子の活性化
がん抑制遺伝子の欠失



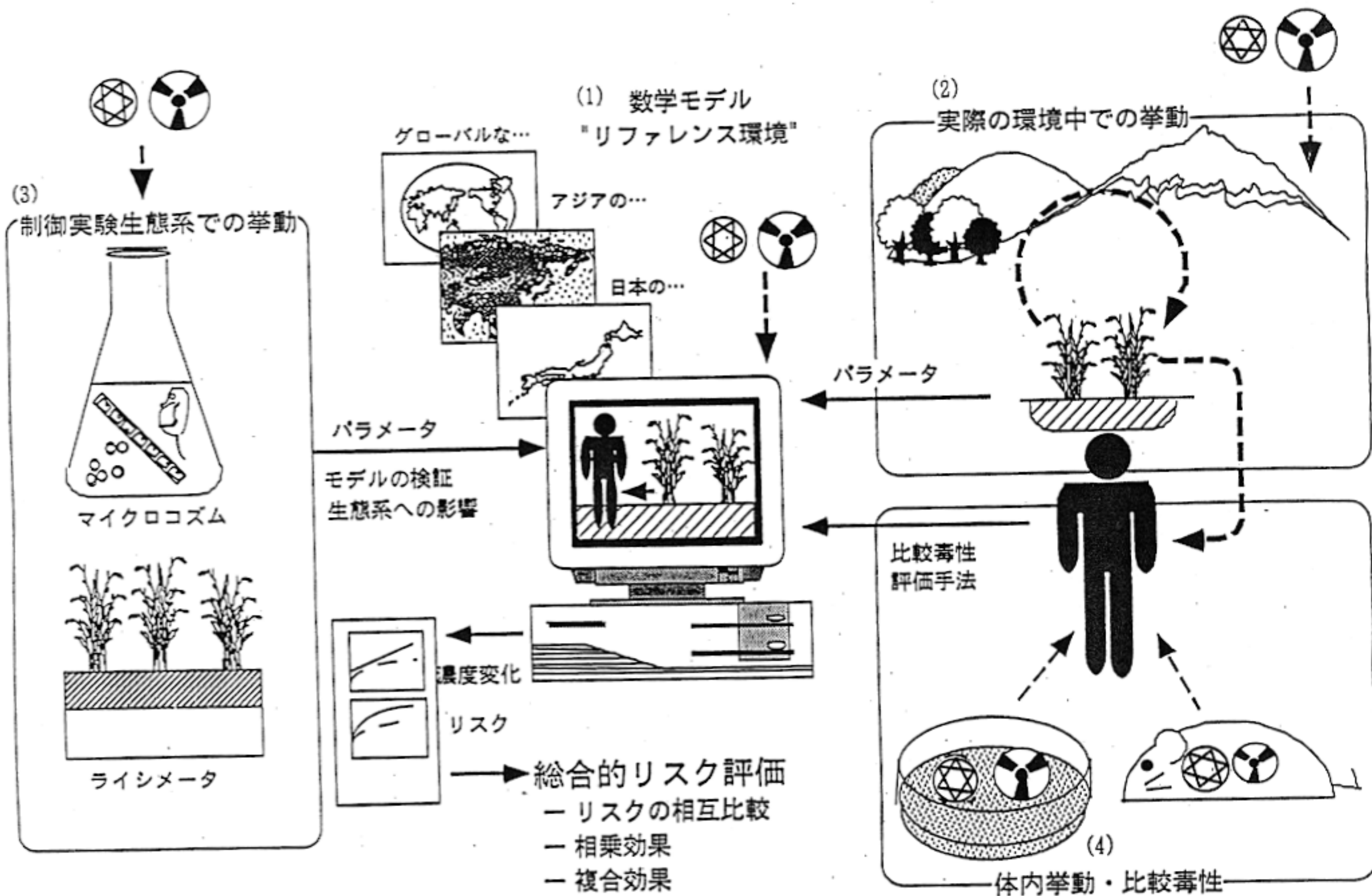
発がんの予防、リスクの低減化

実験動物データを用いた有効なヒトへの外挿および
リスク評価法の確立
低線量放射線の安全（発がんリスク）評価

低線量放射線被曝の晩発（特に発がん）のリスク
の実証と新しいモデル開発
リスク推定のための分子生物学的マーカーの探索

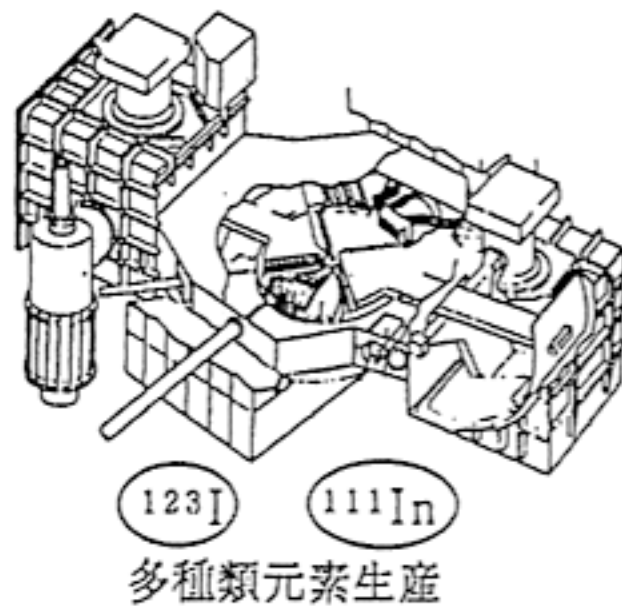
融和

先端科学技術がもたらす環境負荷とその生物影響の認知基準化に関する研究



高度診断機能研究

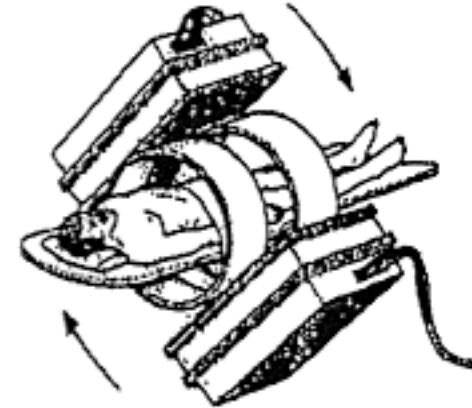
大型サイクロトロン



(1) 薬剤開発研究班
SPECT用標識薬剤



(2) 計測技術研究班
SPECTカメラ



標識薬剤輸送



(3) 臨床応用研究班



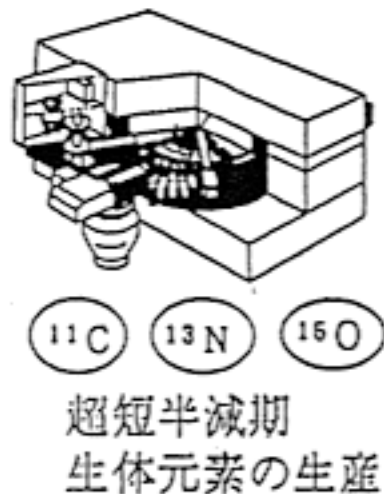
放医研病院
大学病院など



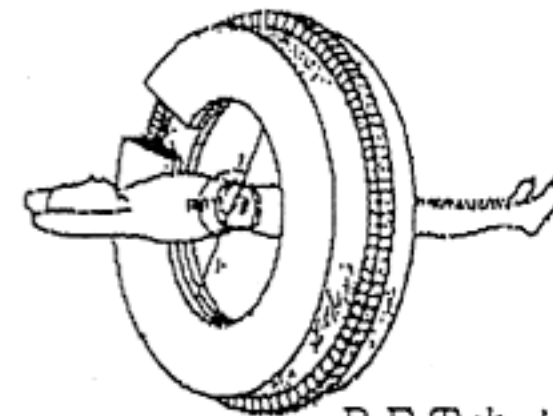
ネットワーク会議

高度核医学特研

小型サイクロトロン



PET用標識薬剤



PETカメラ

生体機能解明



特別研究「放射線生体防御要因の解析に関する調査研究－遺伝子改変細胞、動物等による新しいアプローチ」

中課題Ⅰ：既知防御要因の作用機構

*DNA損傷監視装置

↓
DNA修復
細胞増殖停止
傷害細胞除去
(アポトーシス)

単離遺伝子

中課題Ⅱ：新たな防御要因の探索

*放射線生体応答現象

↓
遺伝子の単離・同定

*放射線誘発がんに関する遺伝子

多重ノックアウトマウスの作出

遺伝子改変マウス（ノックアウトマウス、トランスジェニックマウス）の作出

遺伝子改変細胞の作成

実験観察

- 発生・分化
- 放射線感受性
- 発がん
- 線量率効果

生体防御要因の遺伝子支配と相互作用の实体解明

バイオディフェンスプロジェクト

(2001年開始)

- ①リスク評価の理論的正当性
- ②放射線感受性個体差と高リスク亜集団の同定
- ③リスク低減化手段の創出
- ④宇宙環境のリスク評価

環境放射線の被ばく影響及びその低減

平常時の被ばく低減

線量寄与最大：Rn
影響評価・低減

(影響評価)
(曝露実験)

物理学的 工学的 生物学的 疫学的

ラドン娘の
性状・挙動
曝露標準場

曝露技術
確立

ターゲット
細胞の
線量評価

動物実験・
疫学データ
ベース

物理学 衛生学的

・侵入遮断効果・
希釈効果の検討
・高濃度環境の調査
(発生源、侵入経路)

被ばく低減案

Rn

Rn

Rn

平常時環境放射線

Rn

Rn

Rn

Rn

緊急時の被ばく低減

放射性物質による
汚染の拡大防止

食品を通じての
被ばく低減

低減化の定量化

各種低減策

線量推定の精確化
集団線量評価

化学的

フィールド実験
↑
放射性物質吸着
材料の試作
↑
新キレート剤の
探索

生物学的

除染修復用の
技術の開発
↑
高濃縮生物の
探索

食物学的

・化学形による
吸収率の変動
・調理加工による
除去効果
・輸入食品の
利用法

保健学・疫学的

・低減効果の
疫学的検討
・人体パラメータ
の適正化
・重要な
被ばく経路
の把握

I

Cs

Sr

Cs

緊急時環境放射線

I

Cs

I

Sr

Ⅱ.原子力基盤技術総合的研究（継続）

1. 目的

本研究は、原子力基盤技術領域において、研究機関、研究者の連携が必要となる課題（原子力技術体系の中核となりうる課題、科学技術全般への波及効果が期待される課題等）について、関係研究機関による総合的な研究開発を推進するものである。このため放射線医学総合研究所としての特色を最大限活用し、以下の各課題について他の研究機関との連携をはかりながら、研究を実施する。

2. 平成10年度概算概要

概算要求総額

64百万円（ 64百万円）

（内 訳）

(1) DNA変異検出技術の開発及び構造変化の画像解析に関する研究

58百万円（ 58百万円）

(2) 陸域環境における放射性核種の移行に関する動的解析モデルの開発

6百万円（ 6百万円）

1. DNA変異検出技術の開発及び構造変化の画像解析に関する研究 58百万円 (58百万円)
- ・ DNA解析技術等を用いて、放射線による突然変異がもたらすDNAのミクロ／ナノ・レベルの異常を検出し、それに基づく構造変化を解析する。また、DNA異常部位ズームング法によるマクロ／ミクロ／ナノ変異の統一的な検出・解析技術の開発を行い、突然変異の視覚化を可能とする、効率的かつ詳細なリスク評価及び低減化技術の開発を目指す。
 - ・ 平成10年度は放射線によるDNA変異検出のために標的DNAを導入した細胞株を樹立し、突然変異細胞を生産するための実験系を確立し、DNA変異の種類の識別法に関する研究等を行う。
2. 陸域環境における放射性核種の移行に関する動的解析モデルの開発 6百万円 (6百万円)
- ・ 陸域環境における放射性核種の移行について、農作物を主な対象として、大気および土壌からの取り込み・蓄積等の過程を水循環と関連付けながら、その時間経過を追う動的解析モデルの開発を目指す。
 - ・ 平成10年度は土壌－植物系における放射性核種移行および地表面近傍の水収支に関するデータ収集およびその解析、並びに動的モデルの構築に関する研究を行う。

原子力基盤技術総合的研究「DNA変異検出技術の開発及び構造変化の画像解析に関する研究」

1. 概要

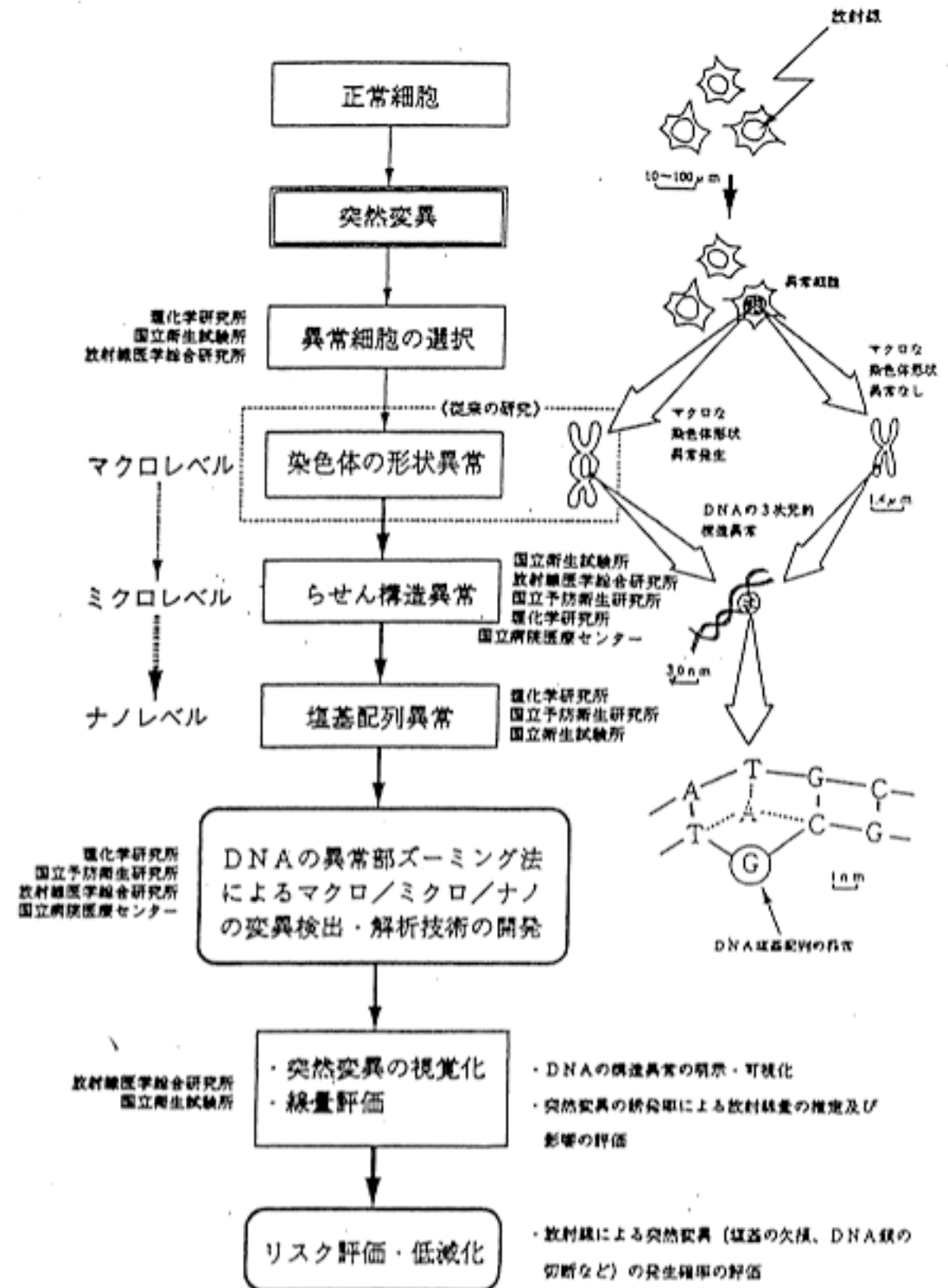
原子力委員会基盤技術推進専門部会報告「原子力基盤技術の推進について」(昭和63年7月)を受けて、平成元年度から平成5年度まで「放射線による染色体異常の高速自動解析システムに関する研究」を実施し、標本の作製法、画像解析装置及び解析アルゴリズム等、染色体異常検出に必要なハードウェアおよびソフトウェアの開発を行ない多大な成果を得た。人体の放射線リスク評価・低減化のための次の段階としては、被曝線量と誘発突然変異の間の関係を明らかにすることが必要である。

原子力委員会基盤技術推進専門部会報告「原子力基盤技術開発の新たな展開について」(平成5年4月)では、近年目覚ましい発展をみているコンピュータによる情報処理技術により、シミュレーションや可視化等によって、複雑な現象や実際に観察が困難な現象を計算機上で再現し現象またはその機構の解明に役立てることが必要であることが特記されている。

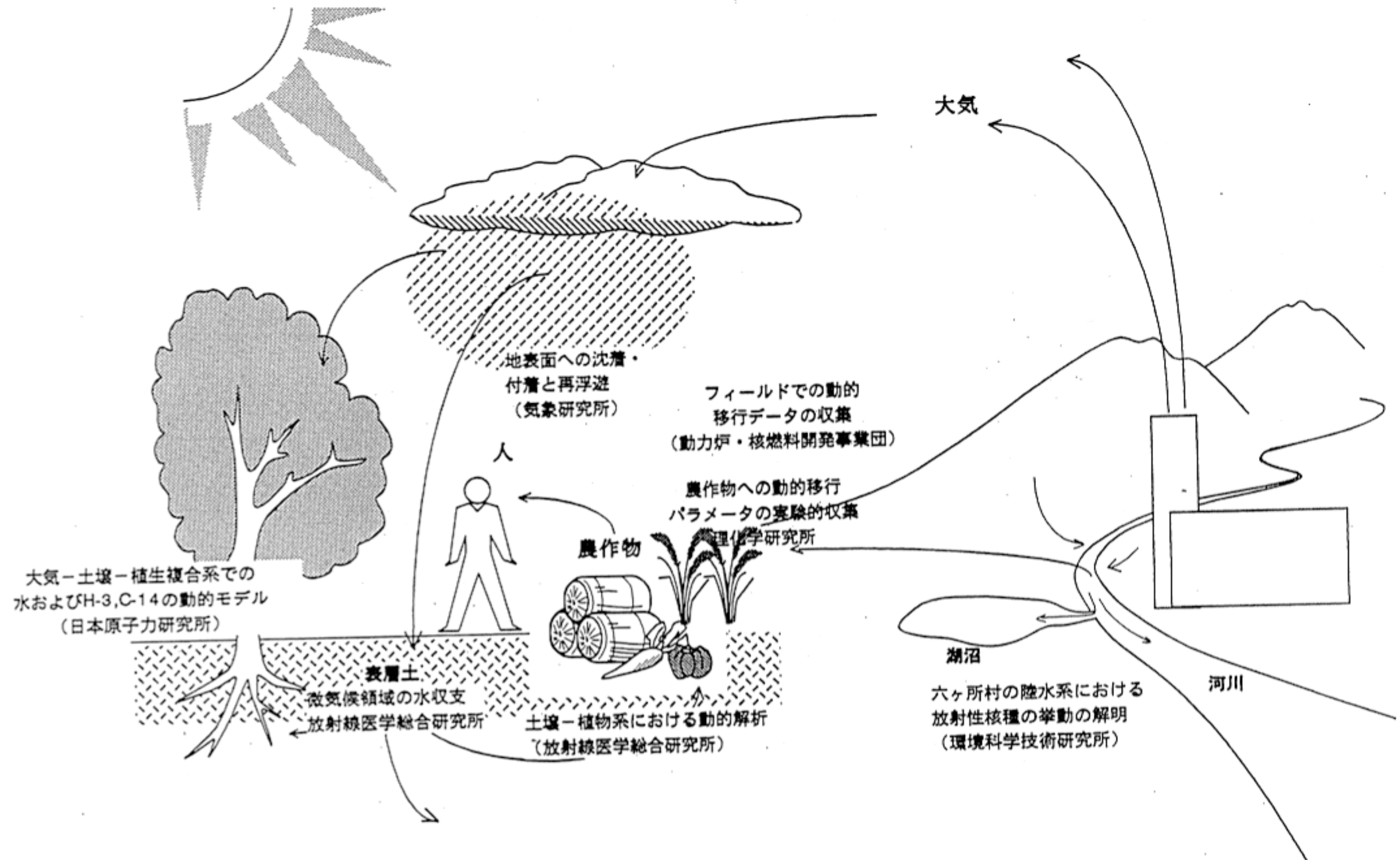
本研究は放射線によるDNAレベルの変異を新たな技術により解析し、DNA塩基配列の変化、高次なミクロレベルのDNA構造の変化、染色体上の構造変化としてとらえ、視覚化し、シミュレーションシステムを開発し、放射線誘発突然変異の生成機構を解明するものである。DNAの構造変化が視覚化できると、従来の突然変異検出法に比べて約数十倍の検出効率を持つ検出方法となり、効率的かつ詳細なリスク評価及び低減化技術の開発基盤となり、当分野の研究の飛躍的促進が期待される。

2. 放医研における研究内容

- (1) 突然変異細胞クローンの生成と分類に関する研究
放射線を使って標的遺伝子の突然変異細胞を作成し、それらを分類し、変異を持つ細胞のみを残す選択系を開発し、実験系を確立する。
- (2) 変異DNA部分の識別と標識に関する研究
標的遺伝子の染色体上の位置を検出し、細胞周期のあらゆる時期において変異部分を識別標識する研究を行う。
- (3) 変異DNAの構造変化の解析に関する研究
DNA解析手法や蛋白工学手法を用いてDNAの高次構造(二重鎖やクロマチンの状態)とDNAの塩基配列の変化の解析を行う。
- (4) 突然変異によるDNA構造変化の視覚化に関する研究
DNAの高次構造変化を原子間力顕微鏡やラマン分光システムにより解析する。また、画像解析システムによってその三次元構造の再構築を行い、DNA構造変化の視覚化研究を行う。
- (5) DNA構造変化の計算機シミュレーションに関する研究
上記研究の結果を元にして、放射線による突然変異に伴うDNA変異発生のシミュレーションシステムの開発に関する研究を行う。



陸域環境における放射性核種の移行に関する動的解析モデルの開発



Ⅲ. 重粒子線がん治療臨床試行の推進（継続）

1. 目的

重粒子線がん治療臨床試行及びそれに関連する医学、生物学、物理・工学分野の研究（重粒子プロジェクト研究）を推進するとともに、重粒子線がん治療装置の運転・高度化に必要な施設、設備等の整備を行う。

さらに、地方自治体等との共同研究を実施し、人材養成を図るとともに研究成果の情報発信を行うため、重粒子高度がん治療推進研究を実施する。

2. 平成10年度要求

概算要求総額 (内 訳)	⑤ 560百万円 7,433百万円 (7,155百万円)
(1) 装置開発研究	⑤ 560百万円 5,735百万円 (5,637百万円)
①装置照射精度・信頼性向上	⑤ 560百万円 310百万円 (322百万円)
②設備整備費（運営費）	4,340百万円 (4,340百万円)
③重粒子プロジェクト研究	1,073百万円 (962百万円)
④その他	13百万円 (13百万円)
(2) 重粒子線高度がん治療推進研究	711百万円 (587百万円)
(3) 施設費（土地購入費）	159百万円 (159百万円)
(4) 重粒子線治療特殊医療費	71百万円 (71百万円)
(5) 重粒子線がん治療施設運営	511百万円 (511百万円)
(6) 重粒子線高度がん治療推進センター運営	246百万円 (190百万円)

- ④ 560百万円
7,433百万円(5,735百万円)
1. 重粒子線がん治療臨床試行の推進
- ・ 放医研がこれまでに積み重ねてきた各種放射線によるがん治療の経験と実績を踏まえて、重粒子線がん治療装置(HIMAC)による臨床試行を引き続き実施する。また、がん治療成績の向上を図るため、重粒子線がん治療装置を国内外の関係機関にも広く開放し、診断、生物学、物理・工学等広範な共同利用研究等を行う。
- ④ 560百万円
310百万円(322百万円)
2. 治療照射精度・信頼性向上開発研究
- ・ 平成6年度からのがん克服新10カ年戦略に沿った重粒子治療の照射精度・信頼性向上のため重粒子線がん治療装置の高度化開発を行い、臨床試行を推進するとともに、臨床試行を支えるための重粒子プロジェクト研究に資する。
 - ・ 平成10年度は過去3年間で整備された「重粒子線照射領域検出装置」の能力を活用し、照射した治療部位が照射直後または照射中に確認でき、その後の適切な照射が可能であるような特徴をもつ2次ビーム(放射性重粒子線)を用いた2次ビーム照射装置を整備する。
- 1,073百万円(962百万円)
3. 重粒子プロジェクト研究
- ・ 世界唯一の医療専用重粒子加速器である重粒子線がん治療装置(HIMAC)を活用し、外部医療関係者、外部研究者の協力に基づく「研究班」方式を主体として、臨床試行及び関連研究を進める。その際、国内のみならず、世界に対し開かれた研究所として重粒子線治療関連研究を推進し、粒子線医学における世界的なCOEを目指す。
 - ・ 平成10年度は前年度に引き続き臨床試行班において治療部位別研究班による臨床試行を実施するとともに、三次元照射計画、患者固定法等の開発研究等(診断研究班)診断及び治療効果判定法の開発研究等(診断研究班)がん種別の治療効果、治療のメカニズム解明等研究等(生物学研究班)新照射技術開発、物理・工学的基礎研究等(物理・工学研究班)を実施する。

4. 重粒子線高度がん治療推進研究

7 1 1 百万円（ 5 8 7 百万円）

- ・ 粒子線をはじめとする放射線利用技術の全国展開を推進するため、ビームの標準化、治療計画、線量測定、医療情報処理等に関する地方との共同研究等を行い、放射線利用に関する人材を育成するとともに、その成果を積極的に公表する。
- ・ 平成10年度は、治療計画、ビームの標準化、線量測定、医療情報処理等に関する地方自治体等との共同研究を実施するとともに高度情報ネットワークを利用した共同研究の成果などの情報公開を行う。また、環境から健康影響、治療効果にいたる「放射線影響シミュレーション」のため、高度化、高速化を図る環境を整備し、高度計算科学の推進を図る。

— 重粒子線がん治療臨床試行の推進 —

《意義》

- がん撲滅は国民的課題（4人に1人はがんで死亡）
- 昭和58年の「対がん10ヵ年総合戦略」の一環として、重粒子線がん治療を推進

《現状》

- 平成5年度に世界初の医療専用重粒子線加速器『重粒子線がん治療装置（HIMAC）』が完成。
- 平成6年6月に臨床試行を開始。

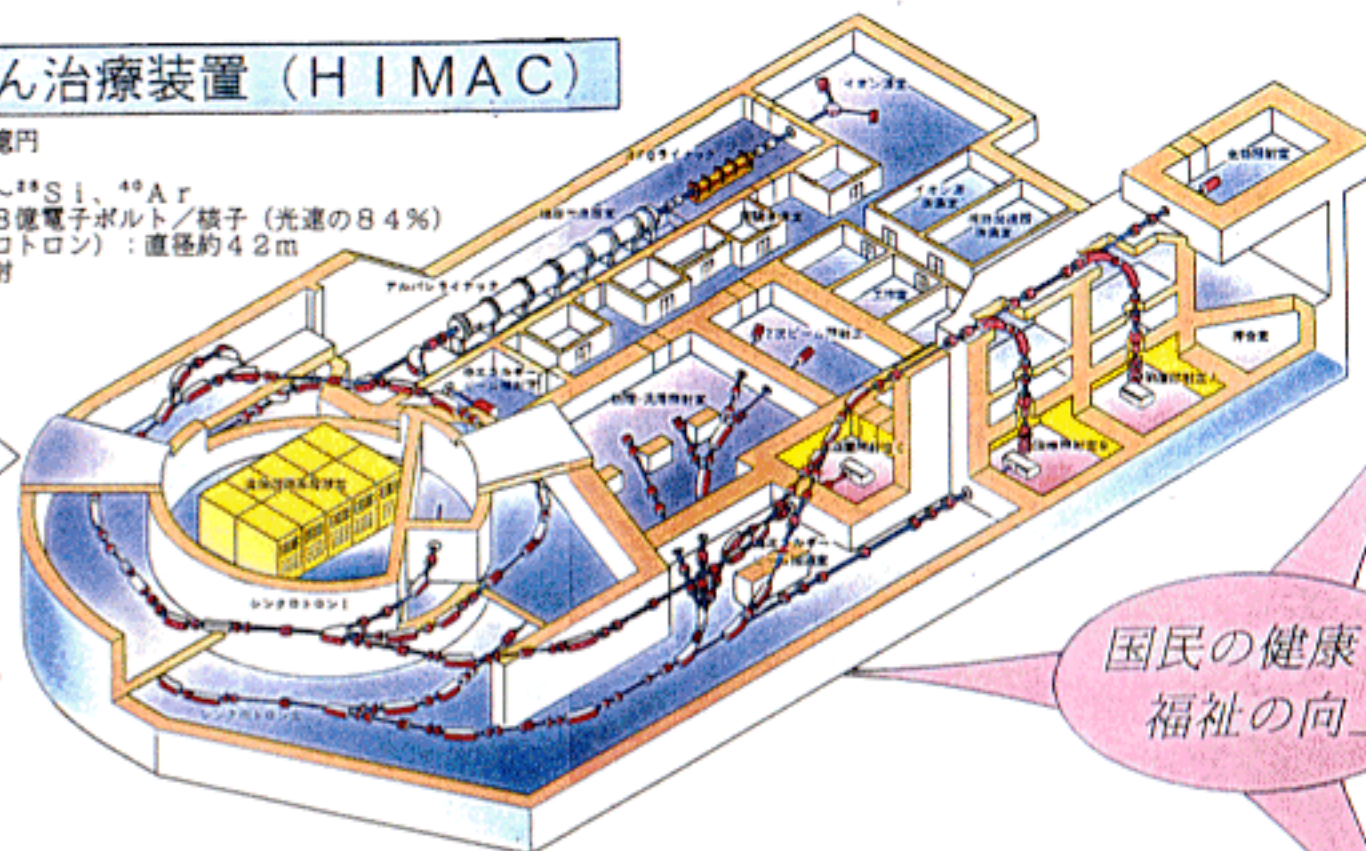
《今後の展開》

重粒子線がん治療装置（HIMAC）

装置建設費：326億円

特徴

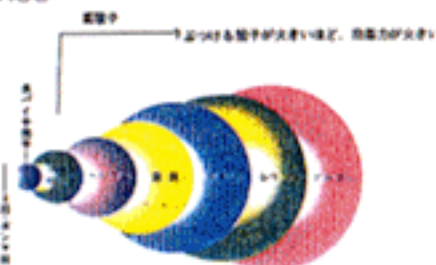
- ・加速粒子： ${}^4\text{He}$ ～ ${}^{28}\text{Si}$ 、 ${}^{40}\text{Ar}$
- ・最高エネルギー：8億電子ボルト／核子（光速の84%）
- ・主加速器（シンクロトロン）：直径約42m
- ・水平・垂直同時照射



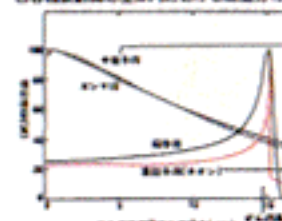
＜重粒子線がん治療の特徴＞

- 切らずに痛みを伴わない治療法（特に高齢者にやさしい）
- 重粒子線はがん治療に優れた効果
 - ① がん細胞に集中して照射が可能
 - ② がん細胞の殺傷能力が強く同時に正常細胞の影響が少ない。

○ 粒子の大きさ



○ 各種臓器の生存率に対する線量分布

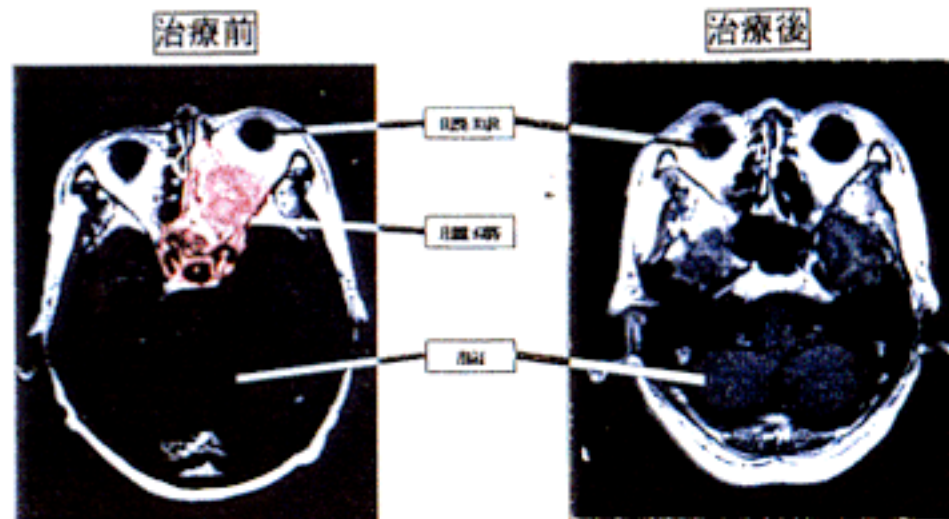


・臓器の線量分布は、照射の位置で強く（正常臓器への照射が小さい）、がん組織に到達するまでに弱くなってしまう。

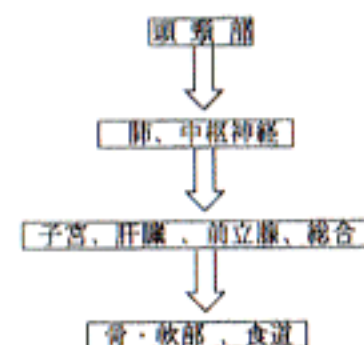
・重粒子線は、照射の位置で強く（正常臓器への照射が小さい）、がん組織で強く（がん組織への照射が大きい）。

＜臨床試行の着実な成果＞

【副鼻腔がんの患者さんの腫瘍の変化】



＜対象部位の拡大＞



重粒子治療センター（新病院）



地上5階、地下1階
総 額：118億円
延床面積：約9,800㎡
病 床 数：約100床

- ・患者本位の快適性の高い環境を備えた入院、外来機能
 - ・高度の診断、治療機能
- （平成8年度末運用開始）

国民の健康・福祉の向上

重粒子線高度がん治療推進センター



＜公共投資重点化枠により計上＞ 地上4階（一部5階）、地下1階
総 額：31億円
延床面積：約5,800㎡

- ・外部研究者、医療関係者の結集による重粒子線がん治療を総合的に実施するための中核センター
 - ・関連する所内外の人材養成——→普及促進
 - ・高度情報ネットワークによる医療情報を迅速に発信・集積
- （平成9年度運用開始予定）

重粒子線高度がん治療推進研究について

(1) 粒子線治療計画に関する研究

粒子線利用の全国展開を推進するとともに、医用重粒子線がん治療のより一層の向上を図るため、NIMACにおけるがん治療の臨床をもとに、粒子線治療シミュレータを用いて治療システムに関する共同研究等を行い、最適な治療計画法、患者位置決め法、患者補助具の製作法等の研究開発を行う。

具体的には、各施設のビーム特性（陽子線、炭素線等の粒子特性、水平、垂直、45°、360°照射等の方向特性等）をもとに治療シミュレーションを行い、それぞれの粒子線治療施設における治療計画を相互に比較することにより、最適な治療計画法、患者位置決め法、ボラス・コリメータ等の患者補助具の製作法等を共同研究等を通じて開発する。



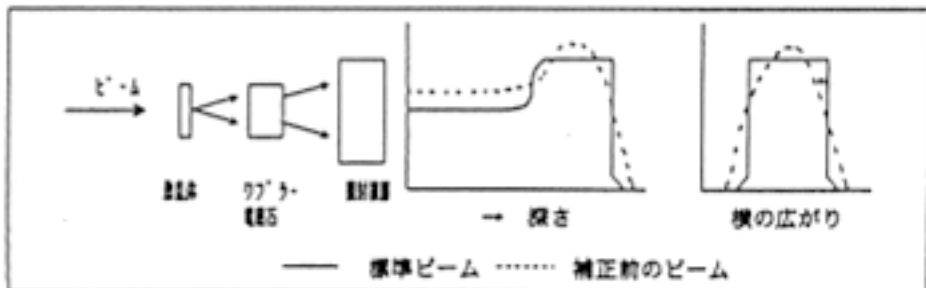
最適なボラス・コリメータの開発
最適な患者固定具とその製作法の開発
最適な治療計画法の開発
最適な位置決め法の開発

(2) 粒子線治療ビームの標準化並びに照射機器の開発

粒子線による最適な治療や照射実験を実現する上で、ビームが照射野全体に均等に照射されていること、治療室や実験室で用いられる照射機器が適当であることが重要な課題である。このため、NIMAC重粒子線での検討をもとに、ビーム標準化と標準的な照射機器の開発研究を行う。

具体的には、治療用ビームを作成する場合、シンクロトロンから出てきた細いビームを一旦均一に広げる必要があることから、散乱体や磁場により粒子を拡散させるワブラー電磁石等多くの機器の最適配置が必要である。このため、ビームの挙動に関する一般的な理論を取入れた「シンクロトロン」を開発し、さらに、ビームを実際に発生させることによりモデルの妥当性を実験的に検証する。これにより、各施設において質的に保証されたビームの標準化を行う。

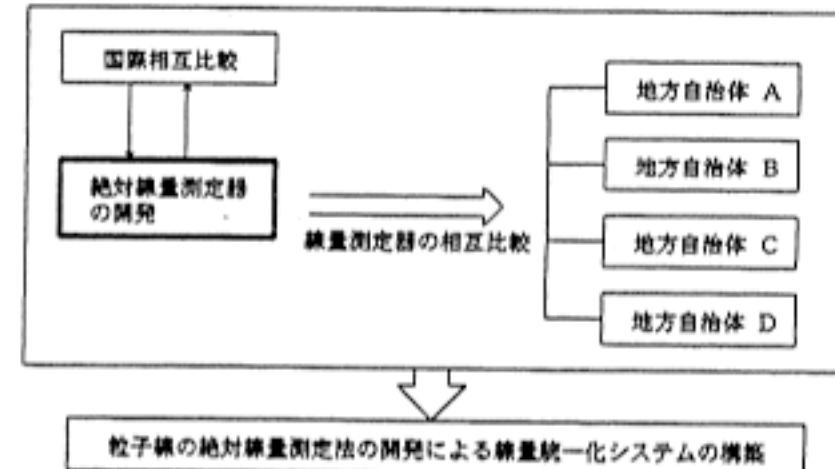
また、質的に保証された標準的なビームを用いて治療、実験室における標準的な照射機器の開発研究を行う。



ビームの標準化と標準的な照射機器の開発による最適な照射ビームの形成

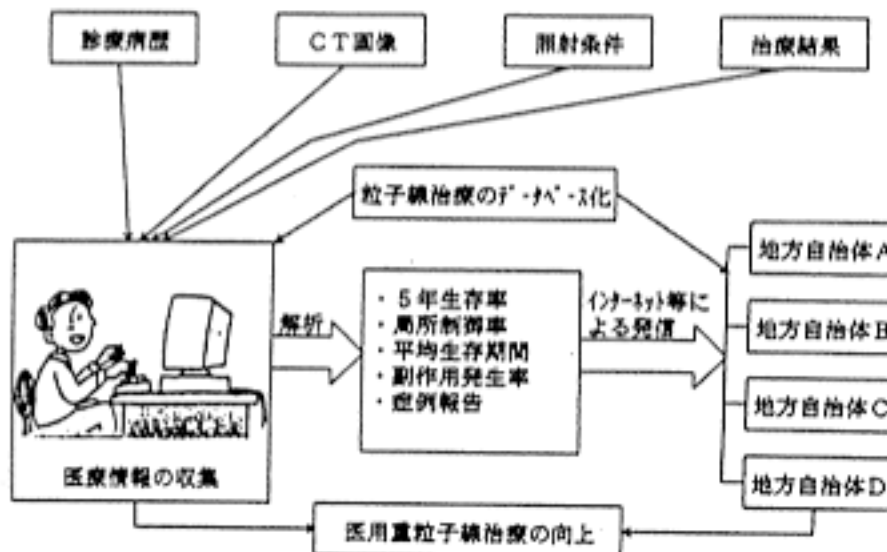
(3) 粒子線治療の線量測定に関する研究

粒子線の全国展開を進める上で患者の安全を確保するため、より精度の高い線量の測定を行うことは極めて重要である。しかしながら、粒子線の場合、粒子線の種類、エネルギー及び生体内のエネルギーの変化により絶対線量が変化することから、その測定法の開発は難しく、現在は、コバルト線源から発生するガンマ線を用い、相対測定を実施している。また、国際的にもどのような標準測定法を開発するか関心を集めており粒子線の線量測定技術の開発は喫緊の課題となっている。このため、線量測定の「ものさし」となる絶対線量測定器の開発を行い、国際相互比較を行うことにより線量測定技術の確立を行い、これを用いて地方の医療機関と線量測定器の校正等を行うネットワークとしての線量統一化システムを構築する。



(4) 粒子線治療データベースの開発に関する研究

粒子線利用の全国展開を推進するとともに、医用重粒子線がん治療のより一層の向上を図るためには診療履歴等のデータを解析し、それを治療等にフィードバックすることが必要である。このため、最適な粒子線治療データベースを開発するとともに、個人情報にも配慮しつつ研究成果をインターネット等を通じて地方自治体に発信する。



IV. 放射光診断研究（継続）

1. 目的

高輝度のX線である放射光を用いた診断技術の研究開発を行い、がん診療法の高精度化を図る等、高度医療診断の実用化を図る。

2. 平成10年度要求

概算要求総額

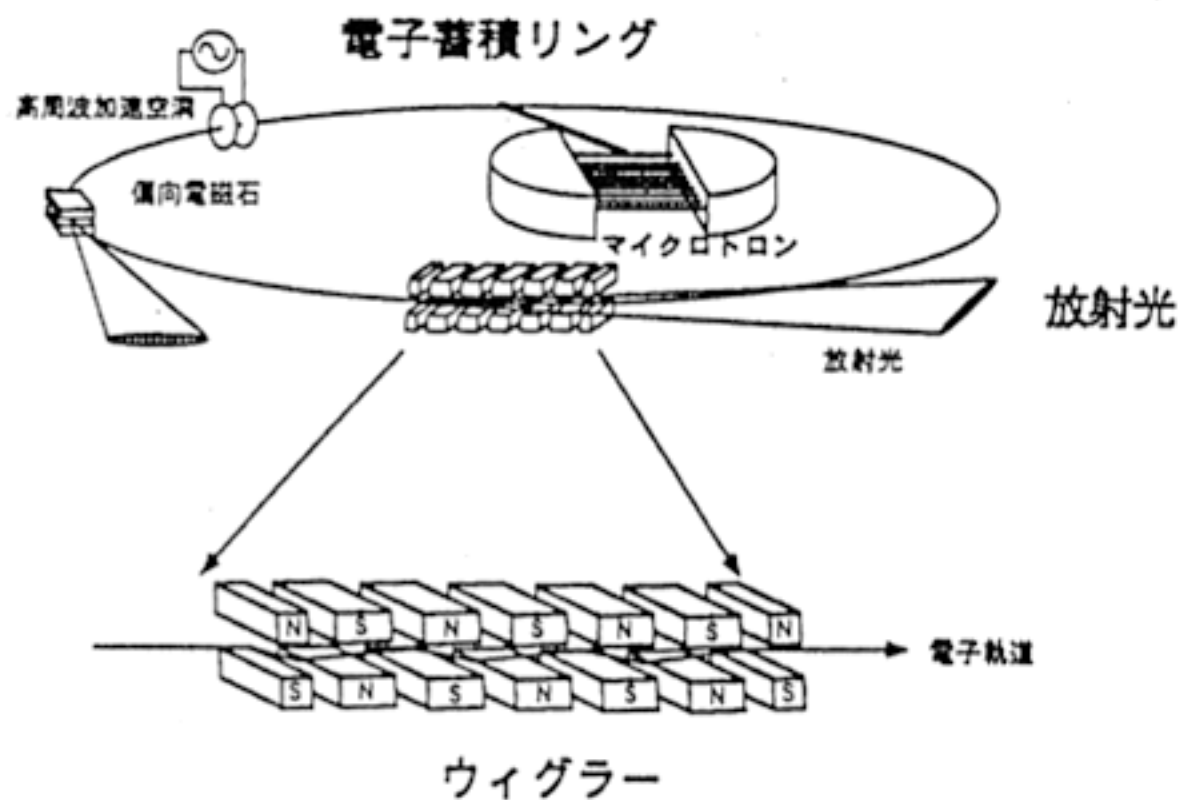
97百万円（26百万円）

（要求概要）

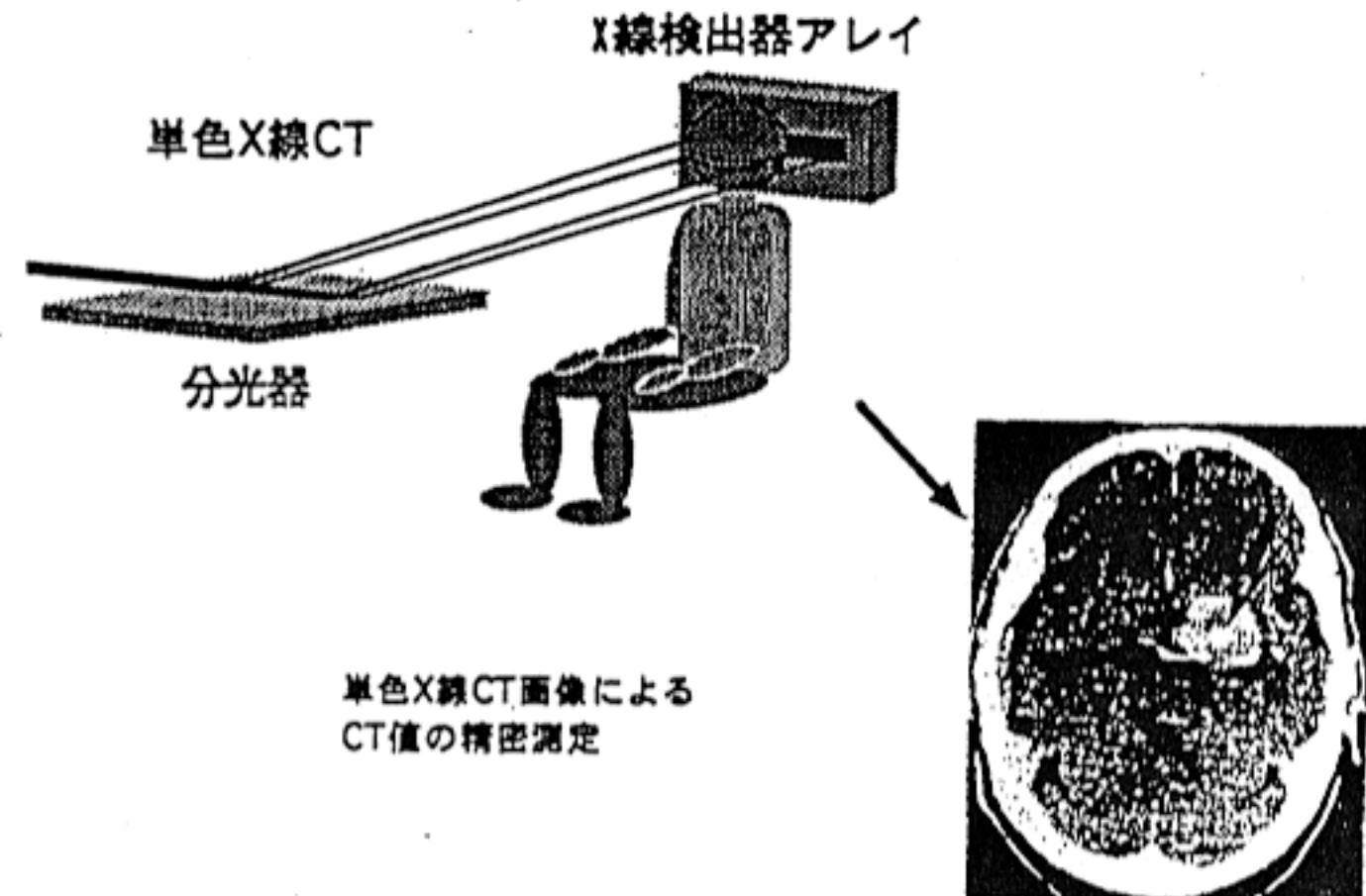
放射光の高輝度、短波長化、あるいは検出器等放射光診断に必要な要素技術を開発するとともに、医療診断に適した放射光設備の設計調査を行う。

放射光診断研究

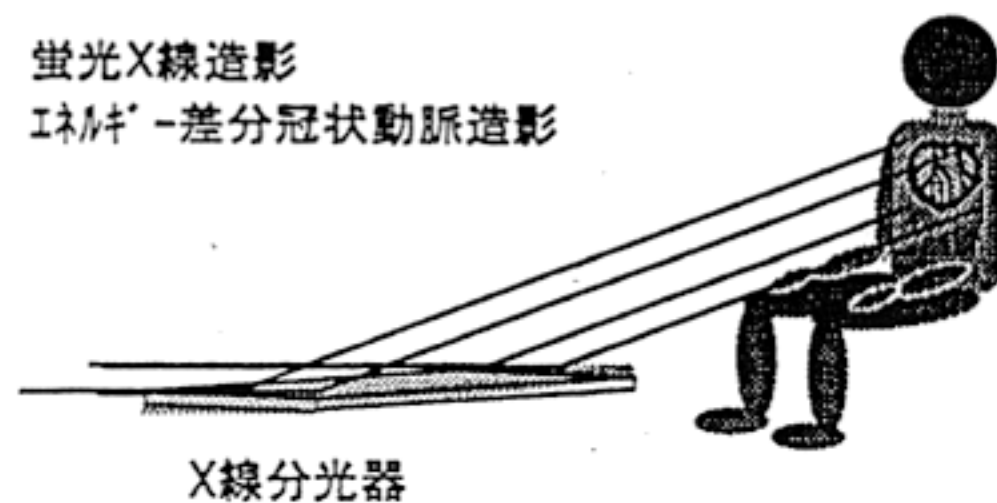
放射光源



放射光の医療応用



蛍光X線造影
エネルギー差分冠状動脈造影



2次元X線検出器

体内微量金属分布造影
によるがん診断

エネルギー差分による
冠状動脈造影



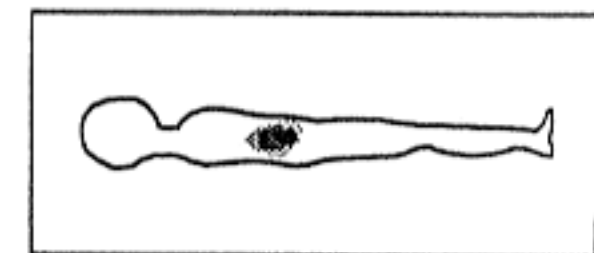
低エネルギー側の画像



高エネルギー側の画像



差分画像



V. 脳機能研究（継続）

1. 目的

放射線医学・生物学的研究手法を活用し、脳における神経伝達や神経活動をがそうイメージにより明らかにするとともに、放射線などの外的要因並び遺伝的特性や生理的状态などの内的要因によってもたらされる脳障害の機構を明らかにし、脳科学の推進と神経・精神疾患の予防、診断及び治療の高度化に資する。

2. 平成10年度要求概要

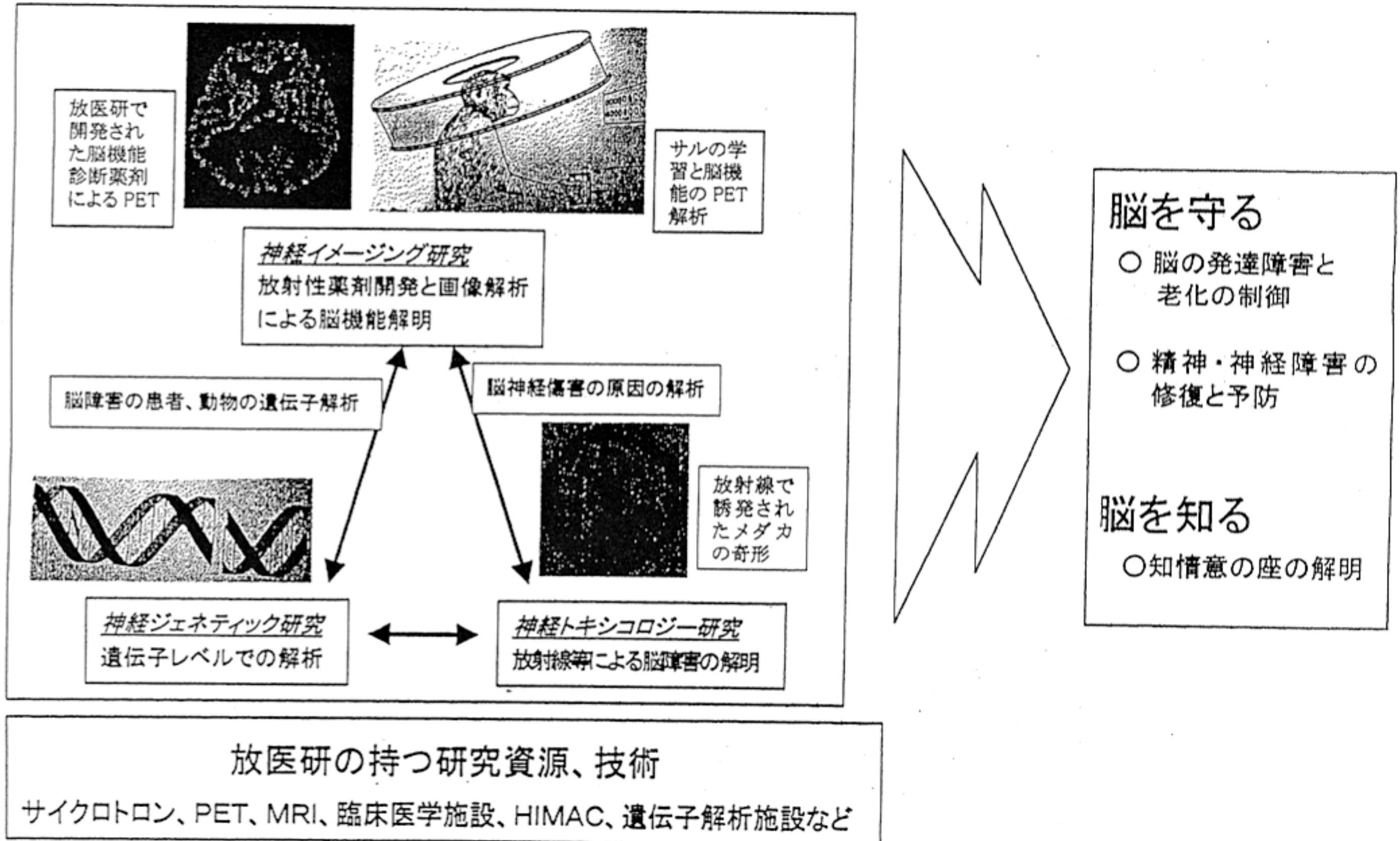
概算要求総額
(要求概要)

99百万円（ 99百万円）

放射線医学・生物学的アプローチによる脳機能障害の解明と脳機能イメージングに関する総合的研究として脳機能の画像解析による解明、脳機能関連遺伝子の解析、外的因子による脳機能障害の発症に関する研究を総合的・系統的に実施。

脳機能研究

—放射線医学・生物学的アプローチによる脳・中枢神経障害の解明と脳機能イメージングに関する総合的研究—



VI. 原子力災害対策総合研究（新規）

1. 目的

放医研は、昭和55年6月に原子力安全委員会により原子力災害の第三次医療機関（放射線障害専門病院）として位置づけられ、除染施設を含む緊急被ばく医療棟を維持し、中央防災会議決定による緊急被ばく医療実施体制現地派遣チームを組織し、また原子力災害に対する所外の訓練への参加及びその指導をする等、緊急時に備えた医療体制を支えてきた。当該研究では第三次医療施設として、緊急被ばく医療への対策を総合的に整備する事を目的とする。平成9年6月には、中央防災会議が基本防災計画を改訂したが、この防災基本計画に従い、大学や専門病院などの外部高度専門医療機関と緊急被ばく医療に関する協力のためのネットワークを構築し、このネットワークによる治療技術・情報交換、幅広い研究協力、人的交流を通じて平常時から緊急医療体制の充実を図り、患者治療を敏速に行うシステムを確立する。同時に得られた成果を諸外国、特にアジアを中心とした近隣諸国の原子力災害医療に還元し国際協力に貢献する。

2. 平成10年度要求概要

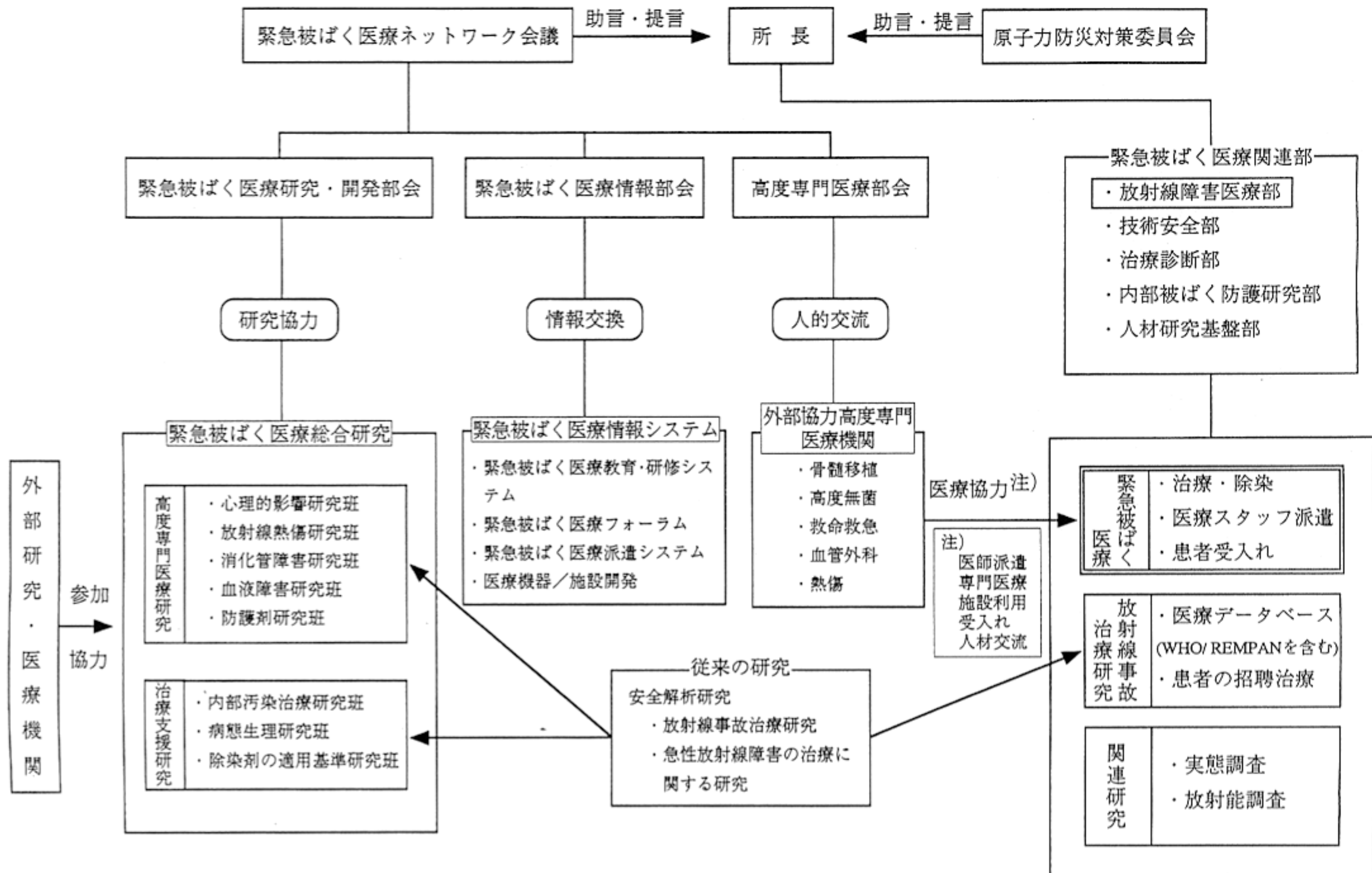
概要要求総額

146百万円（ 0百万円）

（要求概要）

放射線障害を複合障害としてとらえ、放射線障害専門病院としての放射線医学総合研究所を中心として、一医療施設ではカバーできない領域を各高度医療専門施設と連携して被ばく医療を行う体制を構築し（緊急時被ばく医療ネットワーク）、必要な情報交換を行い、外部研究・医療機関を入れたプロジェクト的研究を行う。同時に、高度専門的な被ばく医療を円滑かつ迅速に行うための制度・設備を整えるために3つの主要部会（緊急時被ばく医療研究・開発部会、高度専門医療部会、緊急被ばく医療情報部会）とそれを評価・助言する会議を持つ（緊急被ばく医療ネットワーク会議）。このネットワークを通じ、研究交流・人的交流・情報交換を行い、緊急時被ばく活動を強化する。

原子力災害対策医療推進体制図



VII. 超高磁場磁気共鳴診断技術研究（新規）

1. 目的

放医研で従来から行われてきた、核医学イメージングによる脳機能研究とHIMACによる重粒子線がん治療研究をさらに発展させるため、形態情報の取得に優れたMRI、代謝情報の取得に優れたMRSについて既存の技術の枠を越えた装置の開発を行う。MRI/S（MR）装置については、臨床用に用いられている静磁場強度0.5～1.5 Tの装置や実験用に製作されはじめた3～4 Tの装置を越える8～10 T程度の超高磁場装置を開発し、従来にない高空間分解能・高時間分解能で形態および代謝の測定を可能とする。

既に実用化しつつある3次元PET装置と、超高磁場MR装置を組み合わせることで脳機能研究や重粒子がん治療研究の推進をはかる。

2. 平成10年度要求概要

概算要求総額

87百万円（0百万円）

（要求概要）

放医研で従来から行われてきた、核医学イメージングによる脳機能研究とHIMACによる重粒子線がん治療研究をさらに発展させるため、形態情報の取得に優れたMRI、代謝情報の取得に優れたMRSについて既存の技術の枠を越えた装置の開発を行う。MRI/S（MR）装置については、臨床用に用いられている静磁場強度0.5～1.5 Tの装置や実験用に製作されはじめた3～4 Tの装置を越える8～10 T程度の超高磁場装置を開発し、従来にない高空間分解能・高時間分解能で形態および代謝の測定を可能とする。

既に実用化しつつある3次元PET装置と、超高磁場MR装置を組み合わせることで脳機能研究や重粒子がん治療研究の推進をはかる。

超高磁場MR装置

現 状

脳活動の画像化

(Functional MRI)

運動・知覚などの単純脳機能活動の観測に限定

顕微鏡としてのMRI

(MR Microscopy)

切除標本での細胞の画像化

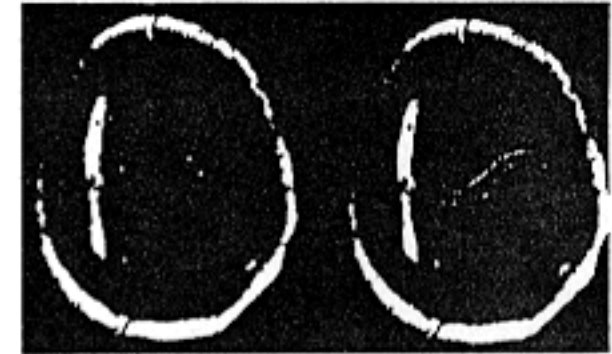
生体構成物質の分析

(MR Spectroscopy)

空間分解能の限界、主要化合物のみの測定

超高磁場のもたらす新しい可能性

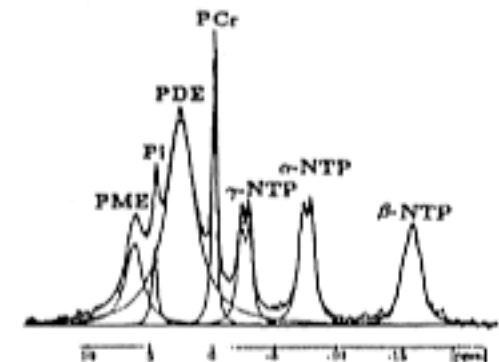
記憶・情動などのより高次の脳機能の測定へ



生きている人間の脳神経細胞・線維の画像化



脳におけるエネルギー代謝の中心となる炭素・リン化合物の定量的測定および画像化の実現



VIII. 先端環境安全研究（新規）

1. 目的

原子力に対する国民の安心感・信頼感を回復するため、原子力を含む広範な産業の進展や地球規模の環境破壊に伴う種々の放射性物質や環境汚染質の人・生態系への影響に関する研究を強化する必要がある。

このため、環境負荷物質の分析及び生物毒性評価技術をさらに高度化するとともに、関連研究機関等との共同研究・研究支援ネットワークを構築し、広域的な連携のもとナショナルセンターとしての機能を果たすための先端環境安全研究を実施する。

2. 平成10年度要求概要

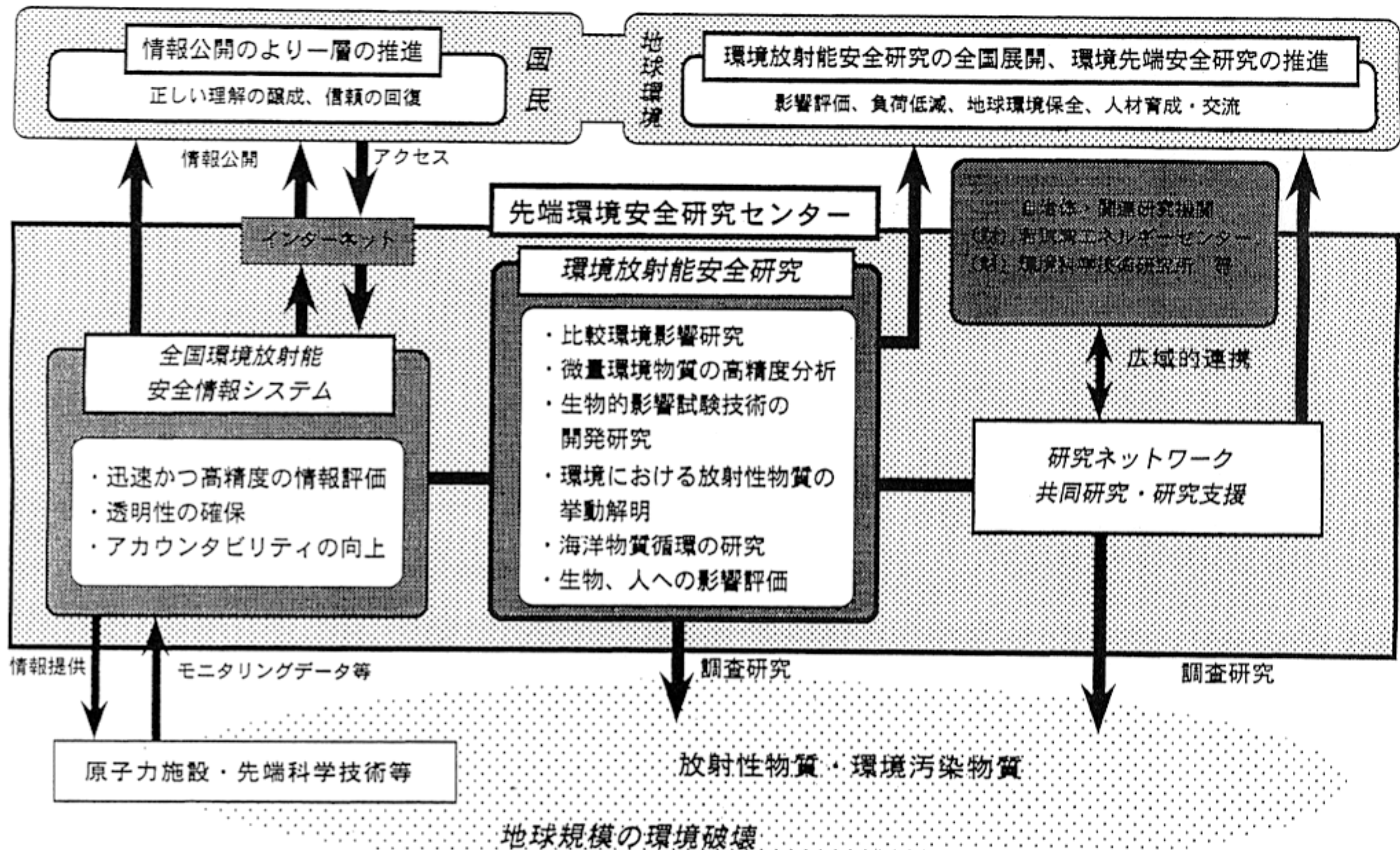
概算要求総額

138百万円（ 0百万円）

（要求概要）

- 1) 環境負荷物質分析の最適化、標準化、品質保証（QA）等を行うため、極微量分析技術の高度化を進める。また、これまでに蓄積した環境負荷物質に関する生体反応試験技術をもとに、種々の環境負荷物質の毒性標準化など、生物毒性評価技術の高度化を進める。
- 2) 各地方自治体・関連研究機関との共同研究・研究支援ネットワークを構築し、広域的な連携のもと先端環境安全研究を総合的に実施する。

先端環境安全研究



IX. 営繕等施設設備

平成10年度要求概要
(内 訳)

④ 2, 968百万円 (④ 2, 560百万円)
3, 348百万円 (1, 457百万円)

1. 高度画像診断推進研究棟

がん、血管障害等の早期発見、正確な把握を可能とする核医学を中心とした高度画像診断技術の高度化を行うとともに、各地域関連機関との共同研究や研修、研究情報の提供・交換等を行う「高度画像診断推進研究棟」を整備する。

2, 250百万円 (④ 2, 560百万円)
464百万円

2. 重粒子共同利用・遺伝子改変動物施設

放射線に対する生体防御要因の解析等を推進するためクリーン環境下で各種遺伝子改変マウスの作成・維持・照射実験等を行う「重粒子共同利用・遺伝子改変動物施設」を整備する。

④ 2, 468百万円
291百万円 (0百万円)

3. 内部被ばく実験棟改修工事

昭和58年度竣工以来プルトニウム関連研究を実施してきた内部被ばく実験棟の老朽化に伴う改修工事を行い、放射線安全管理に万全を期す。

218百万円 (193百万円)

4. 老朽化・安全対策工事

放射性物質等を取り扱う施設について未然に事故等を防止するため老朽化・安全対策を講ずる。

④ 500百万円
368百万円 (0百万円)

5. 先端環境安全研究センター（設計費）

(財)若狭湾エネルギー研究センター等との間で陸域、海域における環境安全に関する共同研究等を推進するとともに、これに係る人材育成等を図るための拠点として先端環境安全研究センターの設計に着手する。

62百万円 (0百万円)

6. 不動産購入費

重粒子線がん治療施設に必要な土地を計画的に整備する。

159百万円 (159百万円)