

経済的・社会的波及効果等についての評価 及び運営体制等について

日本原子力研究所・高エネルギー加速器研究機構

平成12年3月1日

第3回大強度陽子加速器施設計画評価専門部会

経済的・社会的波及効果と運営体制

■ 経済的波及効果

- 建設・運用による経済的波及効果
- 加速器開発の産業波及効果
- 中性子利用の経済的波及効果
- 中性子利用研究のインパクト
- 原子核・素粒子研究が拓く新たな産業技術
- 核変換技術開発のコスト評価

■ 計画の統合と投資の規模

- 統合による合理化
- 公共投資としての規模
- SNS・ESS等における分析

■ 社会的波及効果

- 社会的波及効果
- 研究者コミュニティの要望
- 国際社会の意向
- 人材育成
- 地域社会との共生
- 地域環境への配慮

■ 運営体制

- 現在の推進体制
- 建設期の推進体制
- 完成後の運営

經濟的波及效果

大強度陽子加速器計画の経済的波及効果

① 施設建設の効果

➡ 産業連関分析（公共投資的側面の分析）

- ・ 公共投資（設備投資）の定量化手法として数多くの実績

➡ 産業技術への波及効果分析

② 施設利用の効果

➡ マクロ経済モデルを援用した分析

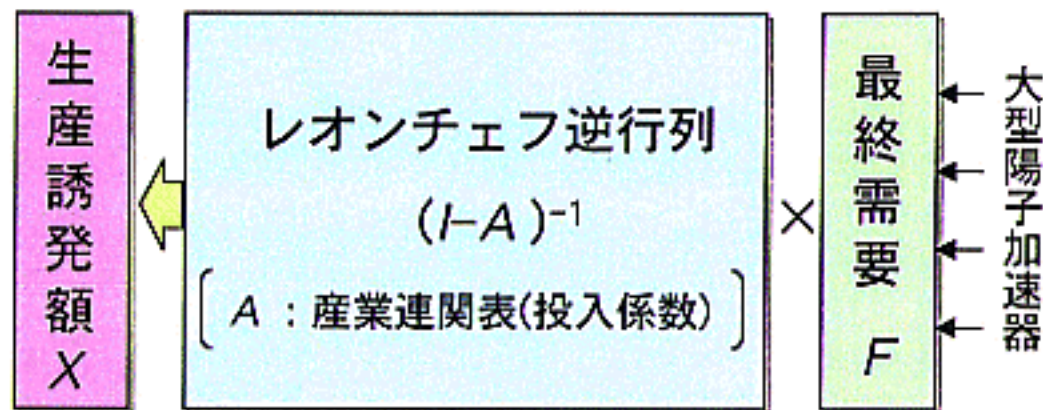
- ・ 意欲的な解析手法（未確立な分野） 中性子利用に適用

➡ 産業技術への波及効果分析

産業連関表に基づく経済的波及効果分析

■ 生産波及額の算出

加速器建設に投入した費用(F)に対する波及効果(X)をレオンチェフ逆行列を用いて算出する。



- ◆ 産業連関表は、国民経済計算体系の中で最も重要な位置を占める統計として、経済計画の策定や経済分析、予測さらには企業経営の分析など、広い分野にわたりさまざまな形で利用されている。

施設建設および運用の経済的波及効果 (1)

検討の前提条件

- 日本原子力研究所と高エネルギー加速器研究機構の共同チームが作成した開発計画

建設費用＝1,580億円

運用費　＝150億円×10年間を仮定

- 平成11年刊の「平成7年度産業連関表」（総務庁発行）の519×403のマトリクスを使用

施設建設および運用の経済的波及効果 (2)

施設建設の波及効果

	計画費用案 (A) (最終需要)	波及効果 (B) (生産誘発額)	B/A
加速器	523 億円	1,210 億円	2.31
利用施設	311 億円	785 億円	2.52
安全管理	15 億円	35 億円	2.32
建屋	731 億円	1,533 億円	2.10
合計	1,580 億円	3,562 億円	2.25

[参考]

道路建設	1,580 億円	3,156 億円	2.00
------	----------	----------	------

施設建設および運用の経済的波及効果 (3)

施設運用の波及効果 (10年間)

	計画費用案 (A) (最終需要)	波及効果 (B) (生産誘発額)	B/A
電力	700 億円	1,272 億円	1.82
人件費	100 億円	140 億円	1.40
施設維持費	700 億円	1,655 億円	2.36
合計	1,500 億円	3,067 億円	2.04

加速器開発による産業波及効果 (1)

■大出力・高性能加速器技術の開発

超伝導リニアックの開発、新磁性体を用いた高周波加速

- 大出力加速器の小型化による医療・産業での加速器利用技術の普及
- 大規模超伝導システム技術の応用

■高精度、精密加工技術、制御技術開発

RFQリニアックの超高精度加工、表面処理技術、加速器及び利用装置の安定制御技術

- 精密加工、半導体製造、システム制御等への応用

加速器開発による産業波及効果 (2)

KEKにおける加速器開発の例

- 1971年度から1990年度の期間に契約金額500万円以上の製造受入企業166社(298部門)を対象に調査
- 約86%の回答率
- 加速器や実験装置を建設したことによる波及効果
 - 売上に効果 ... 49% 技術に効果 ... 61%
 - 売上効果の理由 ... 市場拡大(43%)、R&D(28%) 宣伝効果(16%)、等
- 受注に際して必要となったR & Dの実施
 - R & Dを行った ... 41% R & Dを行わなかった ... 59%
- 受注に関連した特許
 - 取得数 ... 63件

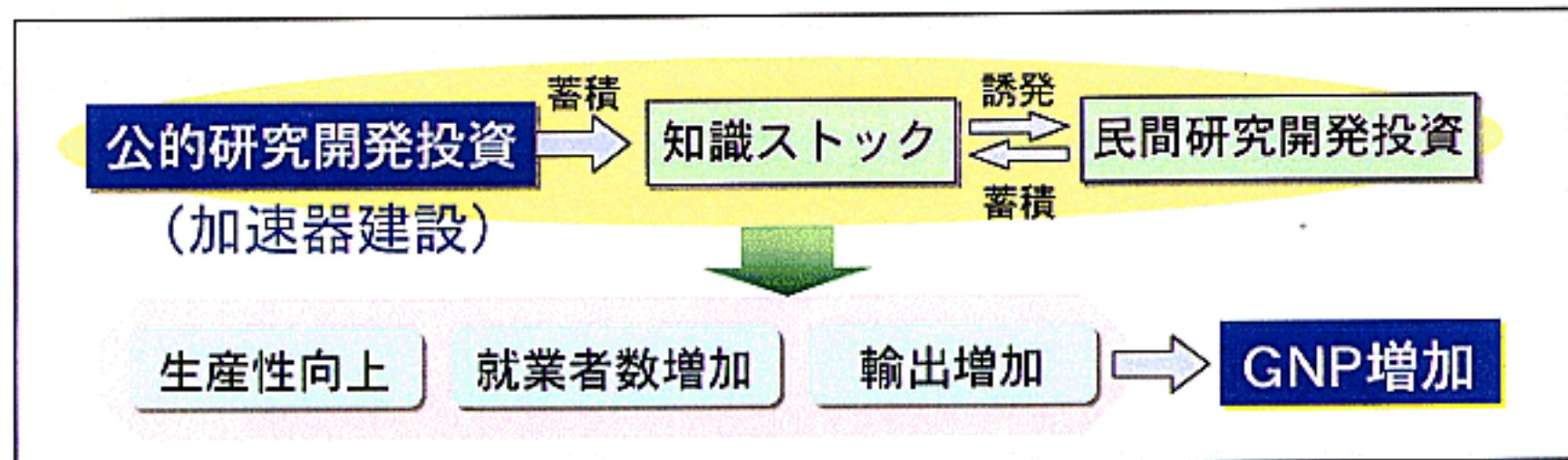
マクロ経済モデルに基づく波及効果分析

中性子利用への分析例

■ 知識ストックの蓄積による経済効果

科学技術庁 科学技術政策研究所が政府研究投資の経済効果を予測する手法として開発したマクロ経済モデルを用い、加速器建設に伴う経済効果を算出。

[参考文献] 永田晃也、マクロモデルによる政府研究開発投資の経済効果の計測、科学技術庁科学技術政策研究所、Discussion paper (5) (1998)。



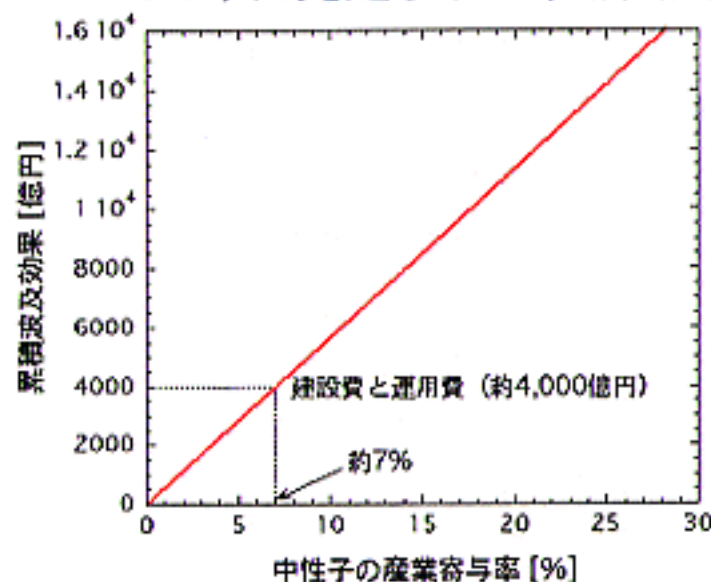
- (分析上の留意点)
- ・ 研究開発は不確定性の高い経済活動である
 - ・ 研究開発の成果が価値を持たらすためには種々の未知要因がある
 - ・ 国が行う研究投資は総じて基礎的研究である

マクロ経済モデルによる計算結果 (1)

■ 経済効果の将来予測

マクロ経済モデルを用いて、2020年までに期待される経済効果を算出。

2020年に見込まれる経済効果



全産業分野の7%以上に波及すれば
投資額程度の経済効果を生み出す。

約4,000億円(2020年までの投入額合計)
[建設費(1,580億円)+運用費(年間約150億円)]

全産業の約30% (アンケート調査による) の
分野に対して、中性子の応用が可能

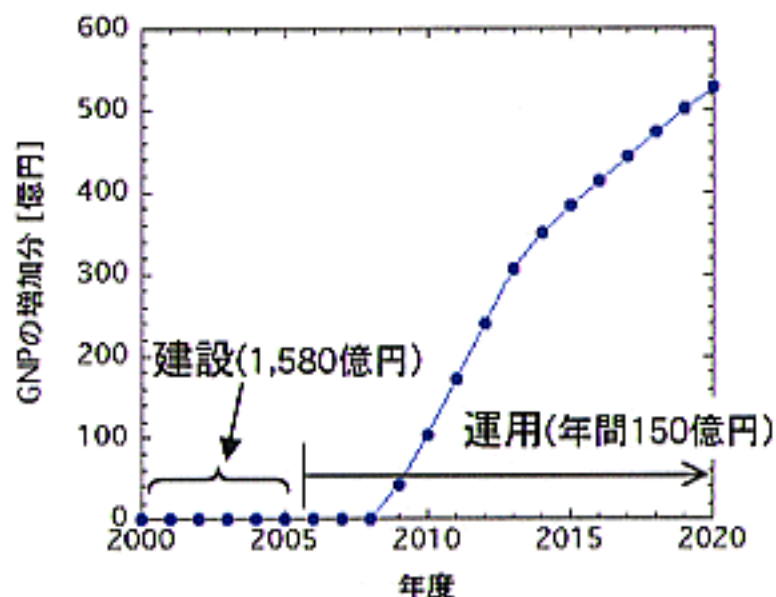
2020年までに十分な経済効果が
期待できる。

マクロ経済モデルによる計算結果 (2)

■ 加速器を建設することによる経済効果

マクロ経済モデルを用いて、経済効果を算出。

加速器の建設によるGNPの増加
(7%の産業分野に波及した場合)



2001 年～2005年：建設費1,580億円

2006年以降：運用費年間150億円

投入した場合（タイムラグ8年を仮定）



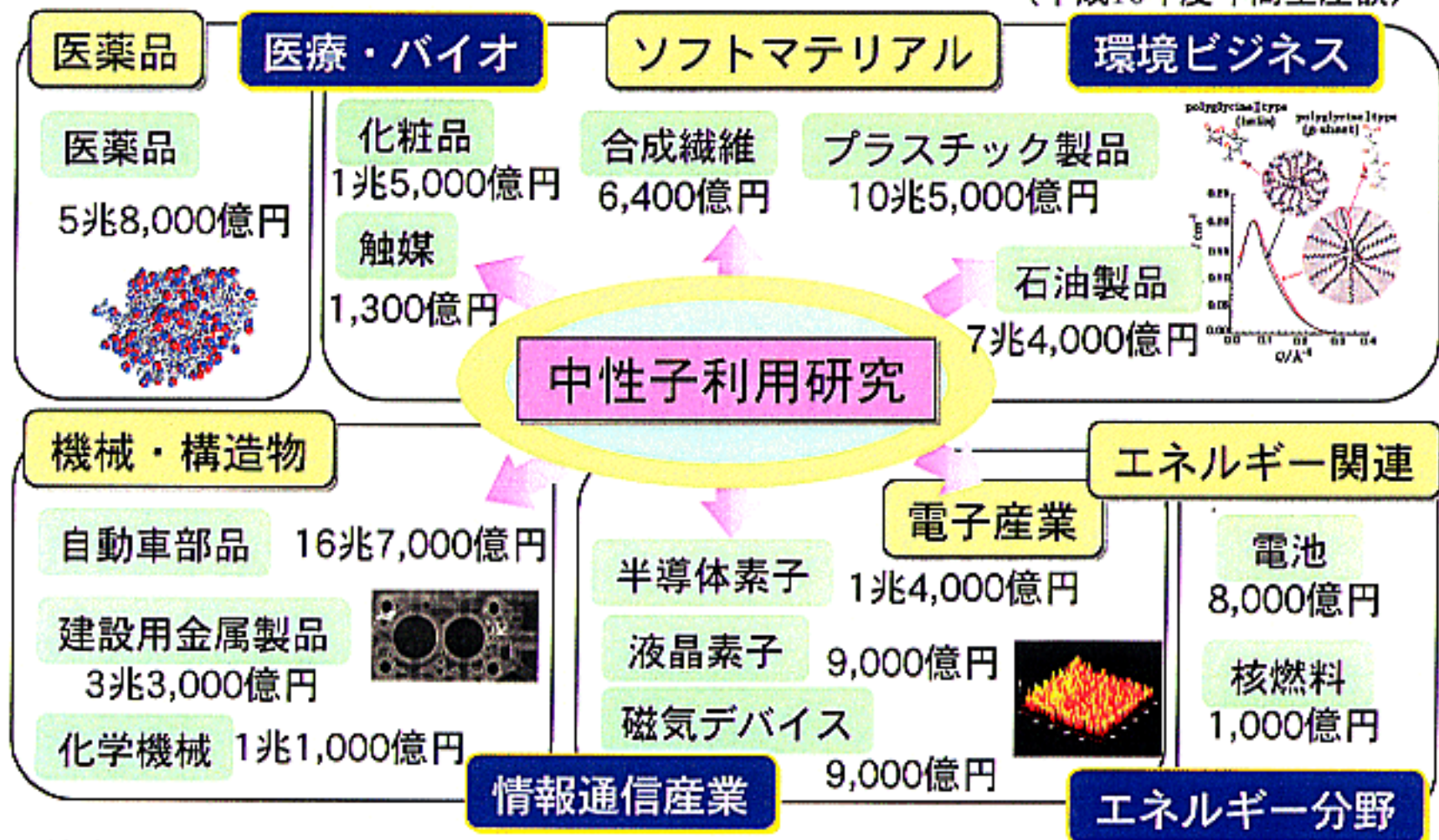
2009 年から経済効果が現れ、

2013年以降年間300億円以上の
経済効果が期待できる。

(7%の産業分野に波及した場合)

中性子応用分野と市場規模

(平成10年度年間生産額)



(参考) パチンコ業界 21兆8,580億円 (平成9年度)

中性子利用研究のインパクト

次世代磁性体

中性子利用による磁性研究に基づいて新材料が見い出され、従来材料（磁気テープとフロッピーディスク：生産額 2,200 億円）の 30% が置きかわるとすると...

➡ 年間 653 億円の市場開拓の可能性

触媒他化成品

同様に新材料が開発され、従来と類似の材料（触媒、界面活性剤、化粧品、プラスチック：生産額 1兆9千億円）が 5% のシェアを得るとすると...

➡ 947 億円の経済効果が見込まれる

自動車

自動車部品の生産性が 1% 向上し、マーケットを拡大すると...

➡ 生産が 397 億円拡大

〔経験則： $\text{Log}(\text{生産単価[円]}) = 5.75 - 0.11 \times 10^{-6} (\text{生産額[百万円]})$ より〕

中性子研究から製薬への展開の可能性

研究開発の効率化のシナリオ

生体高分子の立体構造に基づいて新薬開発が可能

中性子散乱は生体高分子の
構造解析に最も適した手法

研究開発費の大幅削減
効率10%向上で約700億円削減

高齢化に伴う需要の増大

痴呆症薬剤の市場規模予測

年度	市場規模（予測）
2000 年	1,208 億円
2010 年	3,113 億円
伸び	1,905 億円

日経新聞社&三菱総研アンケート調査より

研究開発費の削減

市場規模の拡大

原子核・素粒子研究が拓く新たな産業技術



■ 最先端実験技術の開発による波及効果

- 高速放射線検出器
- 大量データ処理技術
 - 高速エレクトロニクス
 - 高密度集積回路
 - コンピューティング技術
 - 大規模並列計算機、マス・ストレージ技術

■ 過去の波及効果の例

- WWW は高エネルギー物理学実験が発明・進歩させた技術
- 光学素子の開発（光電子増倍管、CCD-カメラ）

長寿命核種の分離変換技術に関する研究開発

原子力委員会・バックエンド対策専門部会での評価結果
(平成11年度に実施)

■ 分離変換技術の目的

- 放射性廃棄物処理処分の負担低減
- 資源の有効利用

■ 効果及び意義

- 長期的な放射能インベントリの低減は、産業活動に伴う有害廃棄物の発生を極力抑制することへの社会的要求
- 地層処分の長期的安全性の向上（約2桁のリスク低減）
- 貯蔵期間の短縮、処分場規模の縮小の可能性

■ 当面の進め方

- 導入シナリオの検討
- プロセス成立の実証のための基礎試験
- 安全性等に関するデータ取得のための工学試験

➡ 本計画では基礎研究及び安全性等に関するデータ取得を実施

核変換技術開発のコスト評価

■ 本計画における核変換実験施設の建設費用

地下埋設処分の負荷の低減、リサイクルシステム技術開発への可能性を有する研究開発への投資

－ 約150億円 = 本計画予算の10分の1

■ 米国ATW（加速器駆動核変換）開発計画のR&Dコスト評価

－ 281M\$ / 6年間 （約300億円 / 6年間）

（参考）

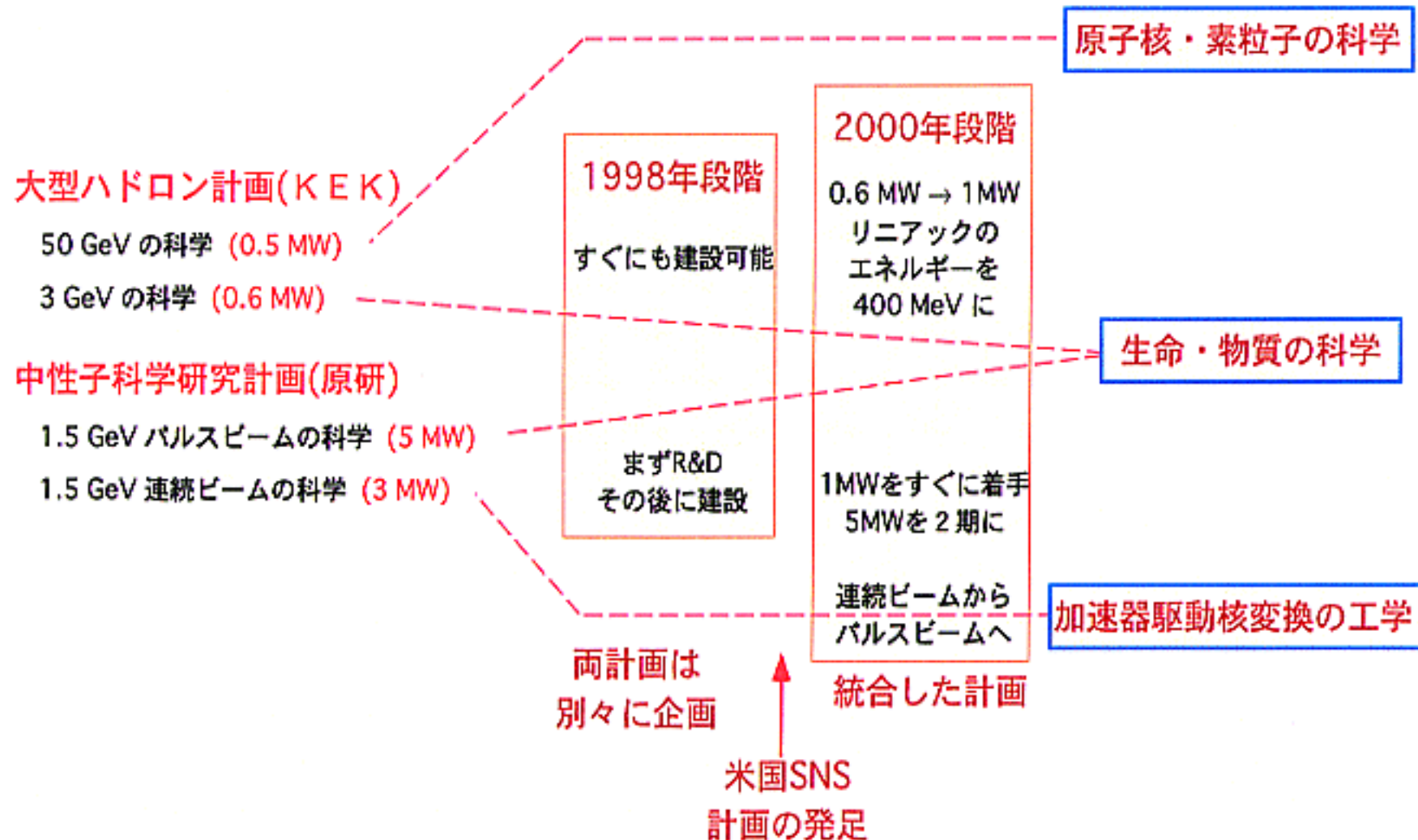
地層処分費用の概算

ガラス固化体4万本分（1966年から2015年頃までの高レベル廃棄物）を処分するための処分施設の建設及び処分費用

－ 3兆408億円（総合エネルギー調査会原子力部会報告、2000年）

計画の統合と投資の規模

二つの計画から統合計画へ



統合による合理化

中性子科学研究計画（原研）、大型ハドロン計画（KEK） 及び統合計画のコスト比較

	中性子科学研究計画（I期） （原研概算見積）	大型ハドロン計画 （KEK 概算見積）	統合計画（I期） （推進チーム見積）
加速器	約 630 億円	約 400 億円	約 537 億円
中性子散乱施設	90 億円	53 億円	125 億円
ミュオン実験施設	-	24 億円	25 億円
短寿命核実験施設	-	28 億円	25 億円
核変換実験施設	60 億円	-	80 億円
原子核素粒子実験施設	-	52 億円	57 億円
建物建設費	390 億円	289 億円	731 億円
合計	約 1,170 億円	約 846 億円	約 1,580 億円

- 統合により約450億円のコスト合理化

公共投資としての規模

これまでの大型研究プロジェクトの例

	所 管	概 要	建設費
JT-60	日本原子力研究所	核融合開発	2,300 億円 (1979～1987 年)
宇宙ステーション プロジェクト	宇宙開発事業団	微小重力環境を利用し た実験など	3,100 億円 (1980～2004 年)
トリスタン	高エネルギー 加速器研究機構	物質の究極的な構造と自 然界の力の解明	909 億円 (1981～1988 年)
もんじゅ	サイクル機構	高速増殖炉の 原型炉の開発	6,000 億円 (1985 年～)
大型ヘリカル装置	核融合科学研究所	核融合プラズマの学理	900 億円 (1989～1999 年)
SPring-8	原研／理研	放射光を利用した結晶 構造解析など	1,089 億円 (1990～1997 年)
すばる	国立天文台	光学赤外線望遠鏡に よる天体観測	400 億円 (1991～1999 年)
B ファクトリー	高エネルギー 加速器研究機構	物理の基本法則の解明	377 億円 (1994～1998 年)
深海地球 ドリリング	海洋科学技術 センター	深海底掘削による 地球と生命の研究	692 億円 (計画進行中)

世界の核破碎中性子源計画

	大強度陽子加速器計画 (High Intensity Proton Accelerator Project) 日本	SNS 計画 (Spallation Neutron Source) 米国	ESS 計画 (European Spallation Source) 欧州
加速器の形式	常伝導・超伝導陽子線形加速器、 陽子シンクロトロン	常伝導陽子線形加速器	常伝導陽子線形加速器
性能	0.6GeV/3GeV/50GeV、最大出力 1MW 25Hz	1GeV、2MW 60Hz	1.334GeV、5MW 10/50Hz
研究施設内容	加速器駆動核変換(0.6GeV) 中性子散乱(3GeV、1MW) (将来、5MW) ミュオン実験(3GeV) 短寿命核ビーム実験(3GeV) 原子核・素粒子(50GeV) ニュートリノ実験(50GeV)	中性子散乱 (将来、2つ目の散乱施設)	中性子散乱 (2つの散乱施設) 10 (高分解能) / 50Hz (高強度)
予算	約 1, 5 8 0 億円 (I 期) 約 5 0 0 億円 (II 期)	約 1.3 B \$ (約 1, 4 0 0 億円)	935MECU (約 1, 3 0 0 億円)
実施機関	日本原子力研究所 高エネルギー加速器研究機構	ORNL, LBL, LANL, BNL, ANL	FZJ, RAL, PSI 他 4 研究施設
スケジュール	2001-2005 : 建設 2006 : 運転開始	2000-2005 : 建設 2006 : 運転開始	2000 : Check & Review 2008 : 運転開始? (建設未定)

- ORNL : オークリッジ国立研究所、LBL : ローレンスバークレー国立研究所、LANL : ロスアラモス国立研究所、BNL : ブルックヘブン国立研究所、ANL : アルゴンヌ国立研究所 (以上米国)、FZJ : ユーリッヒ研究所 (ドイツ)、RAL : ラザフォードアップルトン研究所 (英国)、PSI : ポールシェラー研究所 (スイス)

類似中性子源計画における分析(1)

■ 米国SNS計画(2MW)における例

社会的意義

- 1960年以来、米国には世界トップクラスの研究炉は建設されていないので、このままでは、中性子利用研究は世界と競争できないこと。
- 21世紀の重要な科学技術分野で、世界との競争における国際的な主導権を取るために新しい中性子源の建設が必要。

科学的意義

- 先端技術に用いられる材料には常により高性能の要求がある、このような新材料の原子レベルでの理解と技術開発には放射光と中性子のようなプローブが必要。
- 放射光やX線は強度のブレークスルーがあった。本計画は、原子炉からの中性子束の大強度化の制約を打破するもの。

類似中性子源計画における分析 (2)

■ 欧州ESS計画(5MW)における例

社会的意義

- 過去 20 年保ってきた中性子散乱分野における欧州の世界的主導権を維持すること

科学的意義

- 中性子を用いた基礎研究の新しい展開をはかる
- 他の分野、例えば、ニュートリノやミュオンのような分野への利用可能性
- 放射性廃棄物処理や R I 製造への応用を目指した大強度加速器開発のステップ

社会的波及效果

社会的波及効果 (1)

21世紀に求められる科学技術は、科学技術基本計画に対する議論によれば1) 知的存在感のある国の実現、2) 安全・安心な生活ができる国の実現、3) 国際競争力のある国の実現のための科学技術であり、その視点から本計画は以下のようにとらえることができる。

科学技術目標WGの検討

(平成12年2月3日報告)

- ・ 知的存在感のある国
- ・ 安全・安心な生活ができる国
- ・ 国際競争力のある国

科学技術によるあるべき国家像の実現

直接の応用を意識しない研究

国家的社会的課題への対応を意識した研究開発

原子核・素粒子の科学 生命・物質の科学 加速器駆動核変換の工学

本計画

社会的波及効果 (2)

科学技術創造立国を目指す科学技術基本計画の3つの目標を達成するための本計画の役割

■ 知的存在感のある国の実現

ー最先端の研究環境から生み出される独創的な知的資産の拡大ー

- ー 生命・物質科学がもたらす生命の神秘の解明、未知の現象・法則の発見等の知的資産
- ー 原子核・素粒子科学が生み出す物質の根源の解明等の人類共有の知的資産

■ 豊かで安全・安心な生活ができる社会

ー安全で安心な生活を支える科学技術の促進ー

- ー 高齢化社会を支える抗癌剤開発、アルツハイマー病の解明等、中性子が切り拓く医療（薬）、脳・神経科学等の基礎研究
- ー ゼロエミッション自動車等のための新型電池、常温超伝導体などのクリーンかつエネルギー低消費型資材の開発研究
- ー 加速器駆動核変換技術による安全で効率的な長寿命放射性廃棄物の低減

社会的波及効果 (3)

ー生活の質の向上ー

- ー 循環型社会システムに不可欠な、生命科学、エネルギー科学、環境科学等の発展のための基礎的研究
- ー 高度情報化社会を支える大規模高速データ処理や情報ネットワーク技術に繋がる実験技術の開発

■ 国際競争力のある社会の実現

ー科学技術社会システムの開放により集結する

世界の優れた頭脳が生み出す日本の国益と世界の発展ー

- ー 原子核・素粒子、生命・物質科学、原子力科学分野における世界の優れた研究者との共同研究の推進
- ー 世界最高水準の研究施設における国際的研究者の育成

ー世界をリードする新産業の創出ー

- ー 世界最高の研究施設から生み出される独創的な技術の開発
- ー 大強度加速器科学がもたらす独創的な技術と関連特許

研究者コミュニティの要望

■ 核物理委員会：

統合計画の早期実現に我が国の原子核物理学の将来がかかっている

- 平10.9:「日本原子力研究所との共同によるJHF計画の推進についての見解と要望」（委員長よりKEK機構長宛）
- 平11.7:文部省への要望書（委員長より）

■ 中性子研究連絡会：

加速器中性子源のパイオニアとして国際的研究センターの早期実現を

- 平10.10:「大型加速器中性子線源建設に関する要望書」
(会長より原研理事長、KEK機構長宛)
- 平11.6:「大強度陽子加速器統合計画の推進（要望）」を文部省及び科技庁へ提出

■ 中間子科学連絡会：

ミュオン科学の将来計画の早期実現

- 平10.10:Mアレナ建設に関する要望（会長よりKEK機構長宛）

OECDメガサイエンス・フォーラム

■ 原子核物理ワーキンググループ報告

- 多目的ハドロン施設
JHFへの国際的参加
- 不安定核ビーム施設
ISOL型とIn-Flight型の両方を地域ごとに立案
- 高エネルギー重イオン衝突
RHIC（米国）、ALICE（欧州）における国際協力
- 高エネルギー電子散乱施設
Jefferson Lab（米国）の12 GeVへのアップグレード
25-30 GeV施設の立案

■ 中性子源ワーキンググループ報告

- 次世代中性子源の不足（ニュートロン・ギャップ）
- MW級のスパーレーション中性子源を日米欧の3極で推進すべき

■ 共同利用

- 原子核・素粒子、生命・物質科学、原子力科学、加速器科学の各分野及びその学際領域の研究者の育成

■ 大学院教育

- 国公立大学の大学院生の受け入れ
- 大学院大学と連携大学院（原子核・素粒子、生命・物質科学、原子力科学、加速器科学）の活用

■ 民間との協力と連携

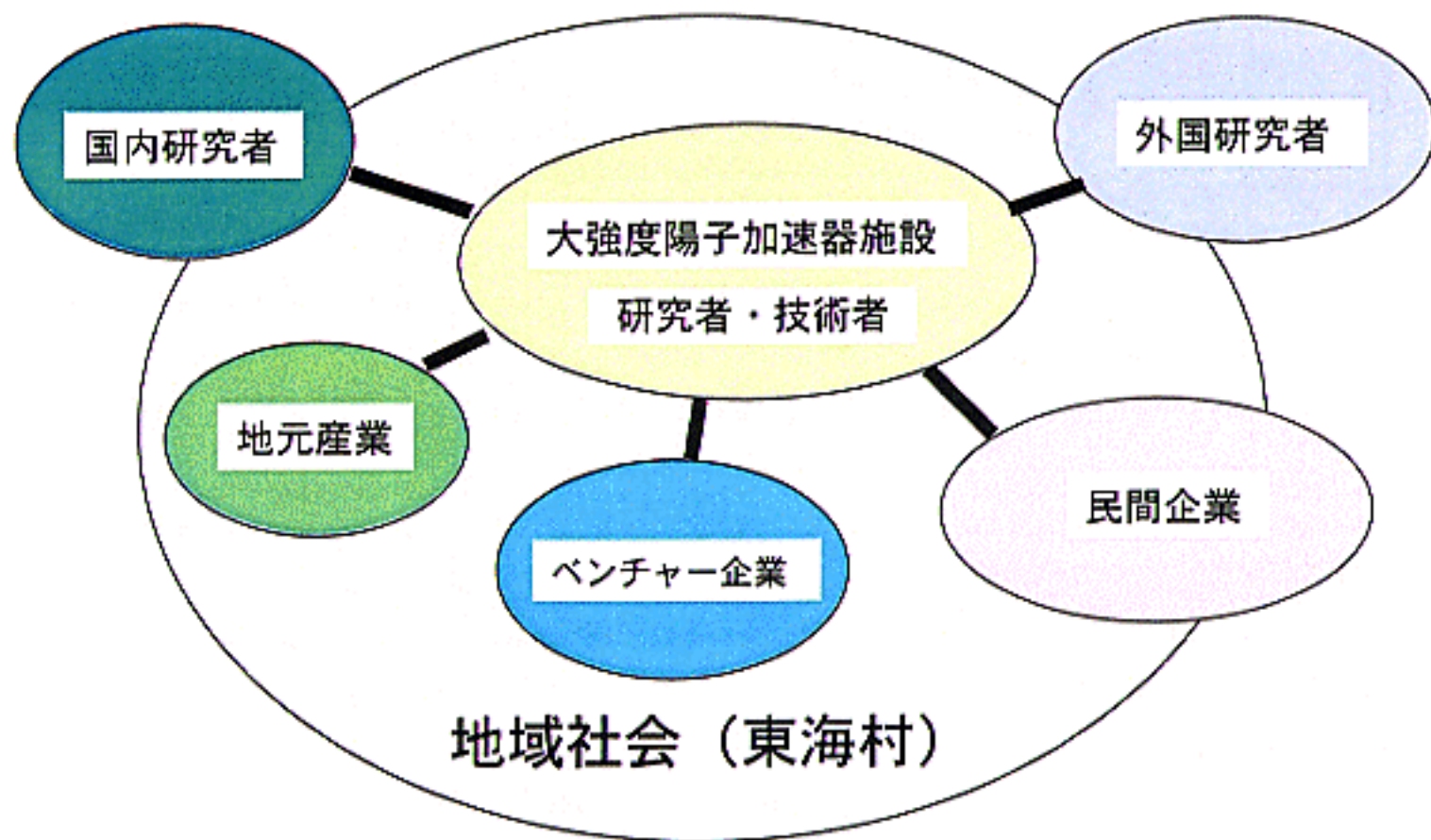
- 民間企業の現職技術者や研究者の受け入れ

■ 社会教育活動

- 小中学生の体験学習、サマーキャンプ、出張授業など

地域社会との共生

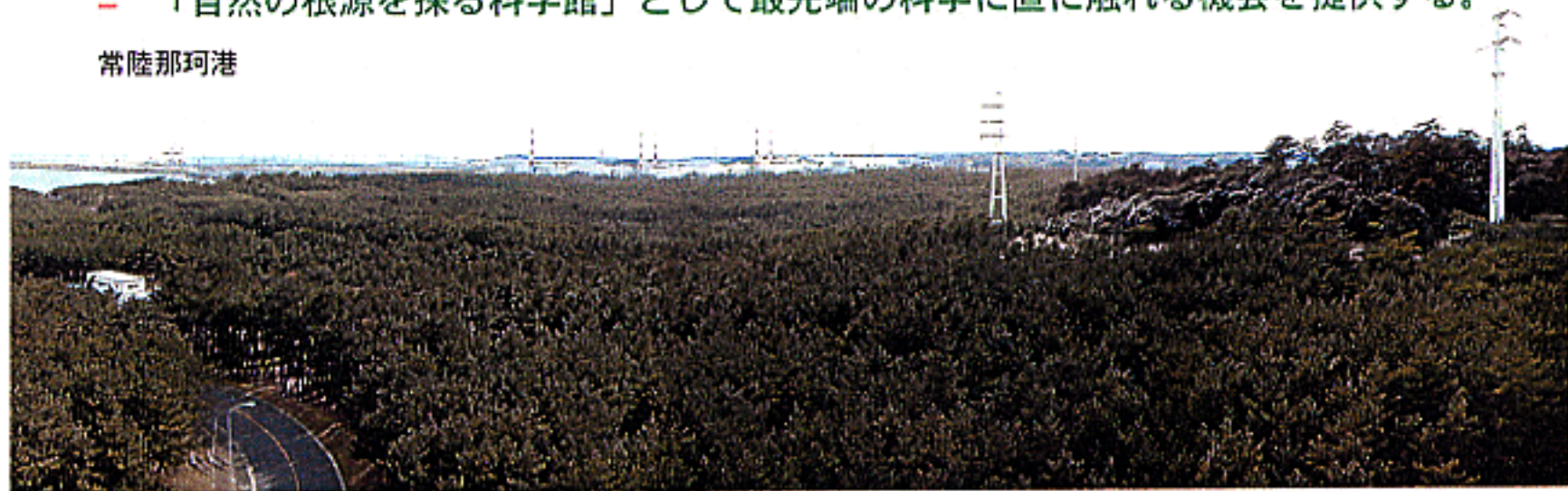
世界最先端の科学技術と共に歩む地域社会



地域環境への配慮

- 地域の環境調査を実施し、環境の専門家の意見を踏まえた開発計画とする。
- 本施設の建設に当たっては、世界最先端の科学技術研究施設と松林との融合を図り、地元と一体となって意見やアイデアを広く集めながら進める。
- たとえば、以下のような地元住民にとっての「科学と自然のアメニティゾーン」を構想する。
 - 研究施設と松林等の樹木とのコントラストに留意し、「森の中の研究施設」のイメージを作り出す。
 - 「自然の根源を探る科学館」として最先端の科学に直に触れる機会を提供する。

常陸那珂港



東海研究所既設建家から建設予定地を南に望む

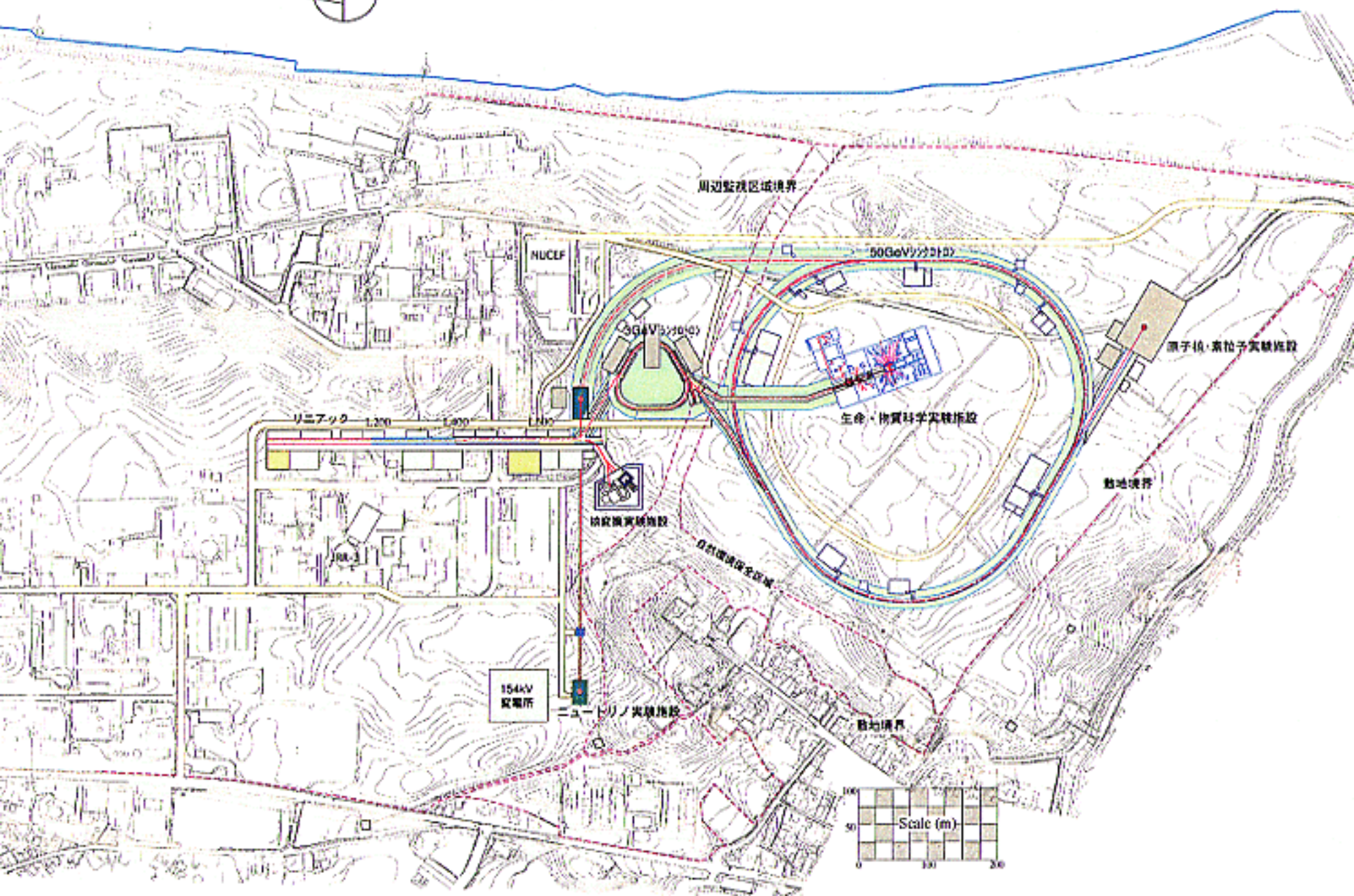
大強度陽子加速器施設のイメージ図



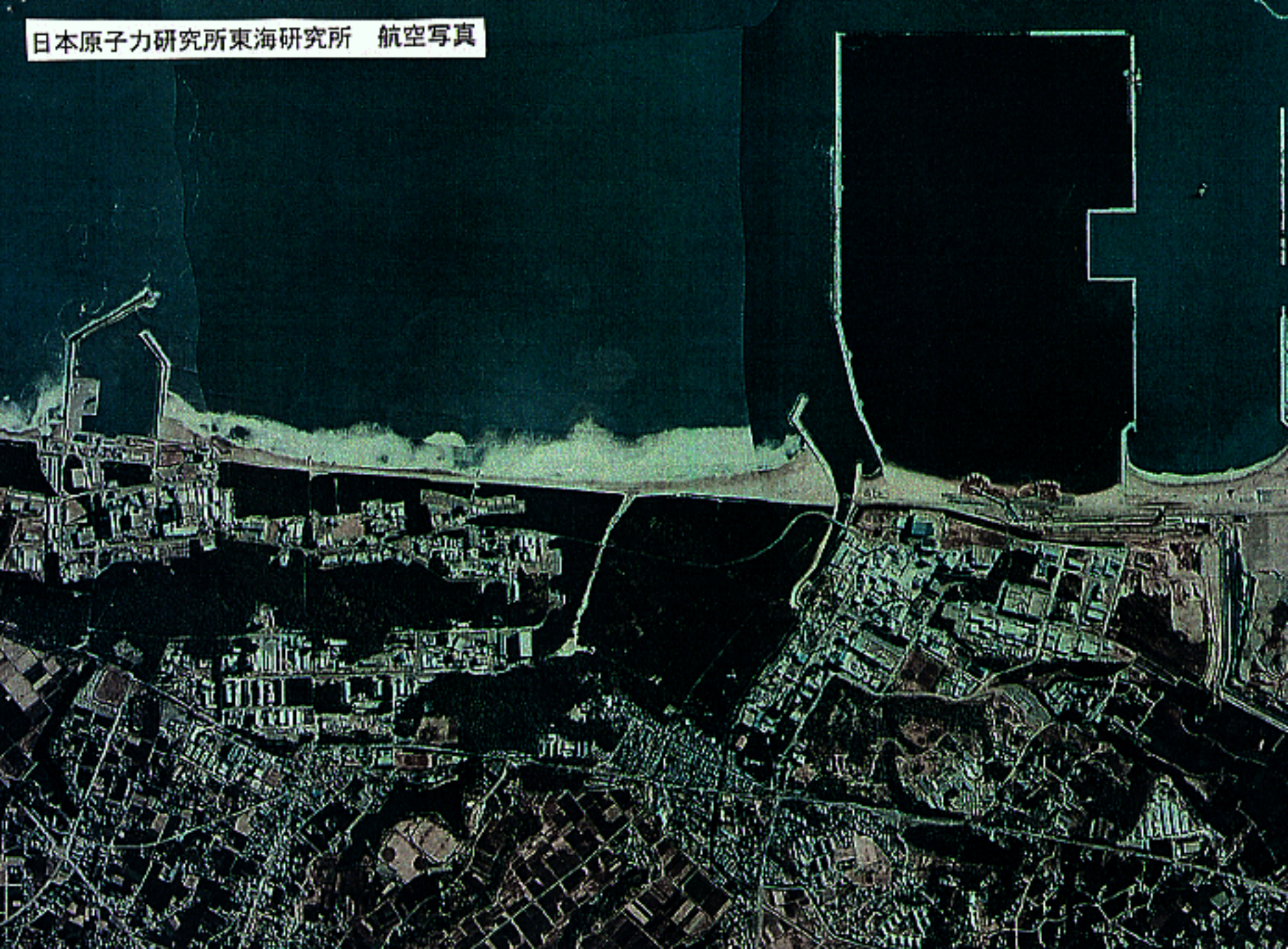
N



大強度陽子加速器計画施設配置案



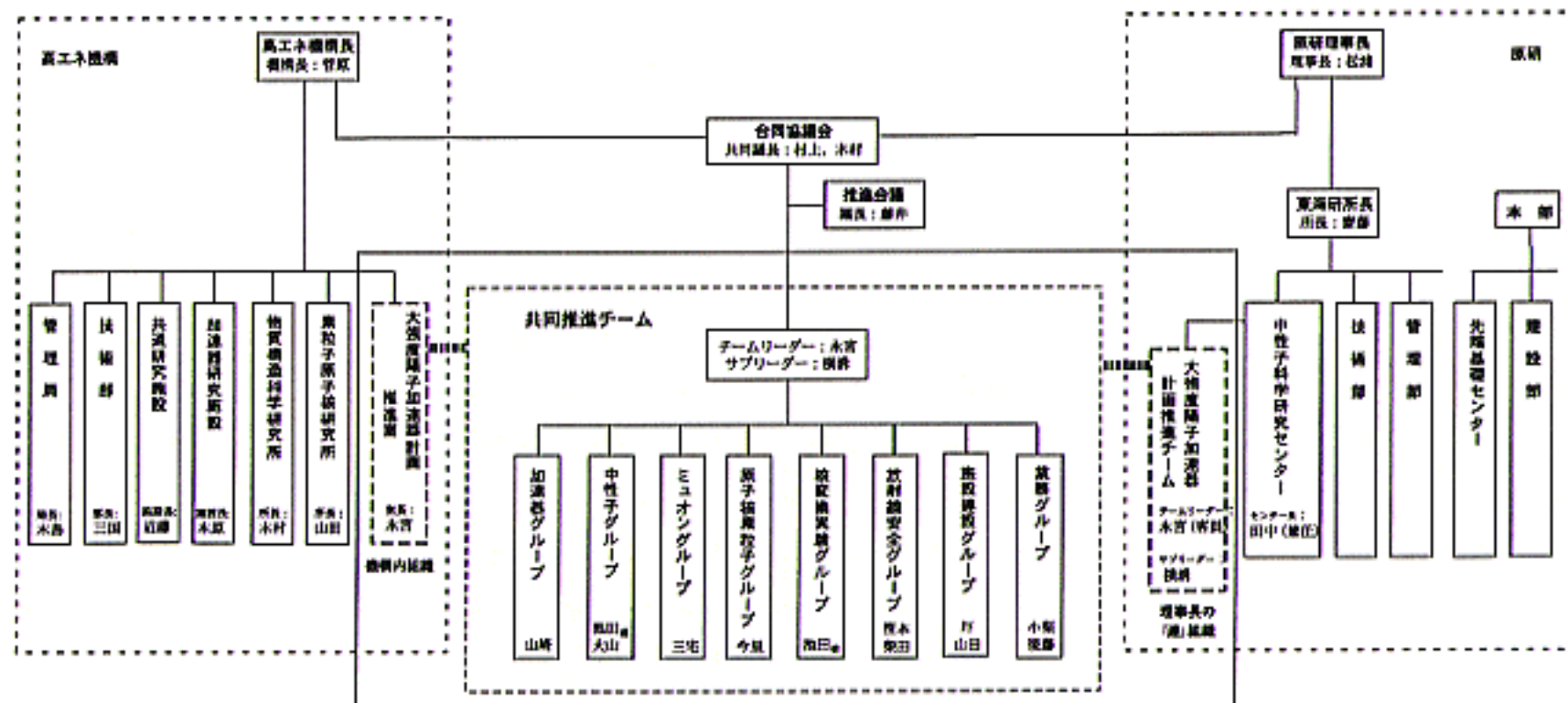
日本原子力研究所東海研究所 航空写真



運営体制

現在の推進体制

共同推進組織



建設期の推進体制



- 現在の推進体制と整合性のある組織。
- 原研／K E Kにおける一体性をもった組織。
- 加速器分野を中心に必要な人員を国内外から広く集める。
- 実験装置の建設整備等への利用者の実質的な参加。

完成後の運営（1）

運営の理念

- 最先端の研究を支える共同利用施設
- 国内の大学・研究機関はもとより、産業界や国外に開かれた、利用者にとって使いやすい施設
- 予算や研究者導入に工夫を凝らした、活力のある研究施設
- 人材育成機能を総合的に取り入れる施設
- アジア・オセアニア地区からの研究者を積極的に受け入れ、さらに欧米からの研究者も受け入れる、アジア・オセアニア地区国際科学研究センター
- 地域社会との共生

完成後の運営（2）

- 以上の理念の具体化
- 多岐に亘る科学分野の施設利用や運営形態の共通点や相違点
- 運営の諸形態（共同管理下または独立センター）の比較検討

等々を議論するために



推進会議の下にタスクフォースを設置