

# 大強度陽子加速器施設計画 評価報告書

平成12年6月22日

原子力委員会  
学術審議会加速器科学部会  
大強度陽子加速器施設計画評価専門部会

# 目 次

1. はじめに
2. 評価の実施体制・方針
  - (1) 評価の実施体制
  - (2) 評価の観点
  - (3) 評価結果の扱い
3. 科学技術・学術的評価について
  - (1) 学術・科学技術の観点から意義が高いか
  - (2) 国が取り組むべき分野か
  - (3) 緊急性はあるか
  - (4) ユーザーは充分あるか
  - (5) 類似計画との関係（競争関係、補完関係等の分析）
  - (6) 設計は妥当か
  - (7) 建設着手の準備はできているか
4. 経済的・社会的評価について
  - (1) 経済的効果（社会ニーズ）はあるか
  - (2) 技術的・経済的波及効果はあるか
  - (3) 計画の規模は適当か
  - (4) 将来の人材育成につながるものか
  - (5) 周囲の環境等への配慮はなされているか
5. 運営体制等について
  - (1) 計画の推進体制は適当か
  - (2) 関連研究機関との連携はとれているか
  - (3) 適切な人材を結集しているか
  - (4) 共同利用体制について
6. 総合評価

## <参考資料>

- (参考1) 大強度陽子加速器施設計画評価専門部会の設置について
- (参考2) 開催経緯
- (参考3) 大強度陽子加速器施設計画の概要
- (参考4) 自己評価資料

## 1. はじめに

20世紀後半から急速に発展を遂げた加速器科学により、これまで未知であった微小領域のフロンティアが開拓されるとともに、物質の起源の解明が少しずつ進むなど、我々人類の知的資産の蓄積が図られてきている。加速器科学分野において、世界をリードしてきた米・欧に、現在日本が肩を並べるまでに急成長した。その勢いと確かな実績から、21世紀においては、日本が世界の主導的役割を担うことが大いに期待されている。

1998年のOECD（経済協力開発機構）メガサイエンスフォーラム報告では、欧・米・日の三地域に先進的な中性子源を建設するよう提言された。既に米国のSNS計画はスタートしており、欧州のESS計画もかなり議論が進んでいる。

日本においても、科学技術庁所管の特殊法人である日本原子力研究所（以下「原研」という。）の中性子科学研究計画や、文部省所管の大学共同利用機関である高エネルギー加速器研究機構（以下「高エネ機構」という。）の大型ハドロン計画に対し、メガサイエンスフォーラムにおいて重要性が強調され、同計画を推進し世界的な協力関係を築くよう勧告されている。

このような状況において、原研の中性子科学研究計画と、高エネ機構の大型ハドロン計画との融合により、大強度陽子加速器施設計画が提案された。

今後の大型加速器の方向性は、現在2つに分かれており、高エネルギー化を目指す方向と、高出力化を目指す方向とがある。ビームエネルギーを高めれば、粒子同士の衝突実験などにより、未知の新しい粒子を探索することが可能となる。一方、高出力のビームでは、強度の強い放射光や陽子による二次粒子の生成・衝突実験や中性子の発生による科学・工学分野への様々な応用が可能になると期待される。

本計画は、素粒子物理、原子核物理、物質科学、生命科学、原子力工学といった様々な分野において最先端の研究を行うための世界最高レベルのビーム強度を持った陽子加速器施設を建設するものである。

この計画に関し、原子力委員会及び学術審議会（加速器科学部会）は、平成9年8月に内閣総理大臣が決定した「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」（以下「大綱的指針」という。）に基づく評価を行うため、大強度陽子加速器施設計画（仮称）評価専門部会（以下「評価部会」という。）を平成11年11月に設置した。評価に当たっては、科学技術・学術的意義はもとより、経済的・社会的な意義にも踏み込んで審議検討を行い、本格的な建設に着手するにふさわしい計画かどうかについて評価を実施して、その結果をここにとりまとめた。

## 2. 評価の実施体制・方針

### (1) 評価の実施体制

大綱的指針によると、多額の財政支出を伴う特に大規模かつ重要なプロジェクトについては、評価の客観性・公正さをより高めるため、研究開発を実施する主体から独立した形で、外部専門家及びその他の有識者によって構成された組織による評価を実施することが必要とされている。本計画の評価については、本計画の前身に当たる原研の「中性子科学研究計画」及び高エネ機構の「大型ハドロン計画」を含め、数回にわたる科学的・技術的な観点中心の評価が行われてきたが、本計画が施設建設着手の準備という段階にさしかかっているため、改めて大綱的指針に基づく評価を実施することとし、原子力委員会及び学術審議会加速器科学部会の合同による評価部会を設置し、審議を行うこととした。

なお、委員の構成については、科学技術・学術的及び経済的・社会的な観点から十分な評価ができるようにバランスのとれた委員構成とした。また、審議については、全て公開で行うこととした。

### (2) 評価の観点

評価に当たっては、以下の観点から実施することとなった。

#### 【科学技術・学術的評価】

- －学術・科学技術の観点から意義が高いか
- －国が取り組むべき分野か
- －緊急性はあるか
- －ユーザーは十分あるか
- －類似の計画との関係（競争関係、補完関係等の分析）
- －設計は妥当か
- －建設着手の準備はできているか

#### 【経済的・社会的評価等】

- －社会的効果（社会的ニーズ）はあるか
- －技術的・経済的波及効果はあるか
- －計画の規模は適当か
- －将来の人材育成につながるか
- －周囲の環境への配慮はなされているか

#### 【運営体制等】

- －計画の推進体制は適当か
- －関連研究機関との連携はとれているか
- －施設完成後の運営体制を視野に入れているか

#### 【総合評価】

（上記の観点を踏まえた評価）

### (3) 評価の実施方法

本評価部会では、まず、本計画共同推進チームより、計画についての自己評価について説明を聴取し、これに基づく議論を行うとともに、(2)評価の観点に沿った検討を実施することとした。

### (4) 評価結果の扱い

この評価結果を適切に本プロジェクトに反映させる。なお、評価結果は原子力委員会及び学術審議会に報告する。また、評価の経過等を含め、評価結果については、国民にわかりやすい形で公表するなど、積極的に情報提供を実施する。

## 3. 科学技術・学術的評価について

### (1) 学術・科学技術の観点から意義が高いか

原研と高エネ機構が共同で進める本計画では、建設コストの合理化はもとより、両機関において蓄積されたノウハウや技術が結集され、相乗作用をもたらし、世界的に例を見ないユニークで最先端の加速器施設が建設されることになる。また、本施設の共同研究・共同利用等を通じて、異なる分野間の交流や融合が図られ、新しい科学の創出が期待されるなど、学術・科学技術にとって極めて意義の高い研究が展開される。

本計画で構想されている50GeV陽子加速器により、21世紀の新しい原子核物理学の開拓が期待できる。例えば、湯川博士の中間子論をさらに深め、クォークとその間に働く強い力を取り扱う量子色力学に基づく核力の描像を確立する研究が企画されている。その研究手法は、この50GeV陽子加速器による大強度K中間子ビームなどを利用して、ハイパー核等の新しい原子核を生成し、その性質及び構造を精密に分析するというものであり、これにより実証研究が推進される。

また、素粒子物理学においても、この50GeV陽子加速器により、素粒子世代間の対称性や、クォーク・レプトンの統一的描像に迫ることが期待できる。これらニュートリノ研究に関しては、我が国は、世界に先駆けて実施したニュートリノ振動実験において既に世界をリードしているが、本計画の実現により、ニュートリノパラメータの精密決定等の実験が可能となり、さらにステップアップすることになる。

一方、中性子やミュオンを用いた生命・物質科学の研究においては、現在の国内施設の数百倍となるビーム強度を実現し、量的だけでなく質的に異なる新しい研究段階が開拓される。特に、放射光(X線)に比べて水素原子への感度が高い中性子を用いた蛋白質の構造解析においては、ゲノムの水素及び水和構造の決定が可能となり、そのダイナミクスの研究により、構造ゲノム科学の進展が期待できる。また、我が国が世界をリードしている高温超伝導体、巨大磁気抵抗酸化物、高性能バッテリーなどに関する物質科学では、偏極中性子の有効利用が可能となり、磁性研究に画期的な手段をもたらすと同時に、微量の試料で極限条件下の

物性研究を進展させることが期待できる。なお、加速器駆動パルス中性子源は我が国で生まれた独自の技術であり、本計画によりその技術を発展的に継承するという点でも意義深い。

また、放射性廃棄物中の長寿命核種の加速器駆動核変換技術の研究では、超伝導加速器技術、中性子発生ターゲット技術、及び未臨界炉特性に関する基礎研究により核変換技術の成立性を評価し、次の段階への開発目標を設定できる。

このほか、短寿命核を用いた天体核物理の研究などの重要課題についても、世界最高強度のビーム生成により飛躍的な研究展開が期待できる。

## (2) 国が取り組むべき分野か

本計画は、その規模の大きさ、対象とする研究分野の多さ、見込まれる研究者層の広がり等、科学技術・学術的意義や波及効果の面からみても国として取り組むべき重要なものである。

本計画は、欧州ESS計画及び米国SNS計画と並ぶ世界3大中性子源計画の一つであり、広範な研究分野による新材料・新産業の創出と応用を生み出す基盤研究施設として、各国とも科学技術の国際競争として計画に取り組んでいるものであり、我が国としても積極的に推進する必要がある。また、生命科学の推進については、国民的課題である医療・健康に貢献し、安全・安心な生活ができる国の実現という目標に合致し、国が取り組むべき分野であると言える。

加速器を用いる原子核・素粒子物理学の研究は、小規模なものは除き、先進諸国において、国立大学・研究所、あるいは国際機関がこれを担当している。先進諸国の一翼を担う我が国としては、世界的にも極めて高いこの分野の研究水準を維持・向上させるとともに、人類への知的貢献、新しい世界観の創出等が期待されることから、この分野の研究を積極的に推進する必要がある。

さらに、高レベル放射性廃棄物中の長寿命核種を短寿命核種に変換する加速器駆動核変換システムは、原子力の重要課題の解決策の一つとして考えられる次世代技術であり、その基礎的技術開発は、我が国のみならず、国際貢献に資する分野である。

## (3) 緊急性はあるか

本計画においては、ハドロンの質量の起源の究明、ニュートリノ振動の検証等原子核・素粒子物理学の分野における最も重要な研究課題を掲げている。現在、この分野では、ニュートリノビームやK中間子ビームを利用した研究を高度に展開し、最先端の研究成果を挙げるために、この計画の早期実現を待ち望んでいる国内外の研究者が多数存在している。また、ニュートリノに関しては、世界に対する我が国のニュートリノ研究の優位性を維持することにも配慮する必要がある。

また、中性子計画に関しては、世界3大中性子源計画の内、米国SNS計画は既に1998年に建設が認められて予算化され、2006年には完成する予定である。我が国においても、本施設の建設に早急に着手することにより、中性子利用研究における世界のフロントランナーとしての地位を保持するとともに、先端的な研究成

果を生み出していくことが必要である。

#### (4) ユーザーは十分あるか

本計画においては、本計画の50GeV陽子加速器が、21世紀における世界で随一の大強度ハドロン加速器となることを考慮すると、国内の研究者数約300人に加えて、海外から参集する研究者数はさらに膨らみ、1,000人規模となることが示されている。特に、アジア・オセアニア地区からの若手研究者が増加することが示されている。また、中性子実験施設の利用についても、現在、原研のJRR-3や高エネ機構のKENSを利用しているユーザーは年間延べ1,000人以上おり、それらの年間増加傾向から本計画完成時の6年後には2,000~3,000人規模の利用者があると予想されている。

また、大型放射光施設(SPring-8)の例に見られるように、世界的規模の施設が実現すると、それを利用した研究を求めて、利用者は飛躍的に増大することも期待され、産業界からの中性子やミュオン施設の利用も、今後増大すると考えられる。

#### (5) 類似計画との関係(競争関係、補完関係等の分析)

本計画の50GeV陽子加速器と類似するものは、米国ブルックヘブン研究所のAGS加速器、欧州のCERNのPS加速器などがあるが、両者とも既に建設後20年以上経過している。本計画で世界最高強度の陽子を用いた本加速器が完成すれば、最先端のニュートリノ実験も含めた実験が可能となる。これにより、この分野の世界的な研究センターとして大きな役割を担うことが期待される。

中性子散乱研究について、本計画の1MW中性子源では、平均中性子強度では原研のJRR-3の数倍であるが、パルスピーク強度では数百倍の中性子ビームが得られる。本計画と原子炉との比較では、時間的に連続ビームを供給する原子炉は、ラジオグラフィのような積分型の測定や中性子入射エネルギー固定の高分解能中性子散乱測定に適している。一方、本計画の時間的にパルス状の中性子ビームを供給する核破砕中性子源は、一度に入射エネルギーと散乱運動量の広範囲の空間をカバーできる利点がある。また、高いパルスピーク強度は生命物質中の分子の運動と機能や、バッテリー中のイオン運動と性能の解明等のダイナミクス研究を可能にする。従って、本計画では、加速器中性子源の利点を活かしたこれらの研究のフロンティアを切り拓いていくという点で最先端の成果が創出されることが期待される。

ミュオン科学については、現在、理化学研究所が英国ラザフォード・アップルトン研究所(RAL)の陽子加速器を用い、大規模な研究を行っているところである。このため、本計画のミュオン実験部分と理研の計画を整理することが必要である。

また、短寿命核実験については、理化学研究所で建設が進んでいるRIビームファクトリー計画がある。RIの発生技術には相違があるものの、国際競争力のある点が明確になっておらず、具体的な研究項目については類似する点も多い。

従ってこれらの点を整理した上で、重複投資が起こらないように、施設建設の時期等について再検討すべきである。

これらの点については、本評価部会における審議の過程において、RALにおける理研ミュオン施設の拡充を中止すること、また短寿命核実験施設については、実験計画を他の加速器施設に分散（移す）し、施設建設を第Ⅱ期計画へ繰り延べる提案をしたことは、適切なものであると判断する。

さらに、ニュートリノ実験については、現在も高エネ機構独自の計画が進められているところであり、最先端の成果を挙げていると聞いている。今後、国際競争や国際協調などの観点から、本計画におけるニュートリノ実験施設の建設計画については、再検討することが望まれる。

#### (6) 設計は妥当か

本計画の国際レビューが平成11年4月に行われ、21世紀科学技術の最先端プロジェクトとして妥当な設計であり、早急に着工すべきであるとの評価を受けている。

本評価部会においても、全体設計の妥当性について一定の評価をすることとする。

#### (7) 建設着手の準備はできているか

これまでの国際レビューにおいては、原研と高エネ機構の加速器技術のレベルの高さは高く評価され、建設着手の準備は整っていると評価されている。しかしながら、建設のための人材確保については、今後両機関において十分考慮する必要があり、大学関係者や国内の他の研究機関、あるいはアジア諸国を含む国外の研究者との協力を含めて検討されるべきであろう。

### 4. 経済的・社会的評価等について

#### (1) 社会的効果（社会的ニーズ）はあるか

本計画によって、加速器から発生する様々なビームの活用により、新技術・新産業の創出につながることを期待される。例えば、中性子を用いた新材料の開発や、中性子回折を用いたドラッグデザインによる新薬剤の開発など、これまでの手法では考えられなかった新たな利用法の展開が本施設の実現によって可能になる。産業界においても、中性子の利用の可能性について注目していることから、産業界との連携を強化し、新たな利用法の開発などにも重点を置き、中性子利用を進めるべきである。

また、このような新技術・新産業の創出により、21世紀において我が国が本分野における主導権を獲得することは、国際的な競争力を強化すると同時に、先端的な成果をあげていく上でも重要である。なお、同様の計画が欧米でも進んでおり、我が国が国際的な競争力を持ちうる点に集中して施設の整備を進めることが肝要である。



## (2) 技術的・経済的波及効果はあるか

本計画では、施設建設及び施設利用の効果の両面から検討を行い、建設効果については、公共投資的側面から産業連関分析を、利用効果については、マクロ経済分析等を行い、産業技術への波及効果が解析されている。

これによれば、建設費用に対して、2.25倍の生産誘発額が、10年間の利用に対する運営経費に対して、2倍の投資効果（生産）が誘発されるとの結果がでていいる。一方、中性子利用の産業への寄与の度合いは、確定的な数値は得られなかったものの、全産業の約30%には中性子の応用が可能とのことであり、不確定要素は含まれるものの、現段階の見積もりでは、十分な経済効果が見込まれるとされている。

本評価部会としては、本計画による経済効果の意義は認めるものの、今後のコスト見積もりに当たって、さらに波及効果の分析を続けていくことが必要である。

## (3) 計画の規模は適当か

本計画により建設される施設は、前述のように21世紀における我が国の科学技術を支える重要な基盤的研究施設である。また、国内のみならず海外からの研究者に対しても広く共用に供する先端的共同利用施設でもあり、完成すれば各々の実験施設を利用する国内外の研究者数は数百人から数千人に上ると予想されている。本施設は国際公共財としての役割を果たす研究施設であり、公共投資の対象として適切であると評価する。

本計画のコストは、中性子科学研究計画と大型ハドロン計画の単純な合計と比べて合理化が図られていることが示されたが、依然として、大規模予算を伴う計画であることに変わりはない。本計画を海外における同様の計画とを比較すると、その予算規模はほぼ同じではあるが、我が国全体の研究環境、特に基礎科学分野における研究環境の現状からみると、その予算総額は極めて大きいと言わざるを得ない。

このため、計画の推進に当たって、緊急性、重要性、国内関連施設との役割分担等を考慮した上で計画の優先順位付けを行い、優先順位の高い施設から、必要な規模・性能を確保した上で、第I期計画として重点的に施設の整備を開始していくことが必要である。

さらに、両機関における既存の計画の大幅な見直しについても考慮する必要がある。原研については、国際熱核融合実験炉（ITER）計画の立ち上げについても検討がされていることから、特にこの点に留意する必要がある。また、高エネルギー機構においては、計画の着実な実施を可能とする適切な予算スケジュールを計画することが必要である。

なお、本計画は国民からの税金により実行されるものであることから、計画の推進に当たっては、説明責任を明確に果たす必要がある。研究者としての意欲だけでなく、国民に対して成果がどのように還元されるのかを説得力のある形で示すことが重要であるといえよう。

#### (4) 将来の人材育成につながるものか

本計画は、各施設の共同利用を通じて多くの分野の研究者を育成するとともに、国公立大学の大学院生を受け入れて大学院教育に貢献するものである。また、民間との連携協力や社会教育活動の積極的な実施により、人材育成に資するものである。なお、社会教育活動の実施に当たっては、小中学生あるいは高校生に対し、施設を見、実験装置に触れながら科学の面白さを実感する機会をつくり、それに参加させるプログラムにして実行すること、また、教師については実際に研究に参加できる機会を与えるなどの工夫をすることが望ましい。若者に夢を与え、先端的科学技術分野に進もうとする意欲をもたせることは、ある意味で経済的効果よりも重要なことであることを指摘したい。

#### (5) 周囲の環境等への配慮はなされているか

地域社会との共生なしに、研究開発活動の推進は困難である。本計画では、地域環境への配慮として、環境の専門家の意見を踏まえた開発計画を立案するとともに、建設に当たっては地元と一体となって意見やアイデアを広く集めるとされており、その一例として、「科学と自然のアメニティゾーン」の構想が提案されている。この構想は、「森の中の研究施設」や「自然の根元を探る科学館」というコンセプトで、地元住民が最先端の科学に直に触れる機会を提供するものであり、地域社会の理解を得ながら研究開発を進めていくという上でも、社会的に意義のあることと評価される。実現に当たっては、意味のある形での実現に向けた取り組みが求められる。

### 5. 運営体制等について

#### (1) 計画の推進体制は適当か

本計画においては、原研と高エネ機構の両者が協力して中性子科学を担当し、また、高エネ機構がニュートリノを含む原子核・素粒子物理学、ミュオン科学を、原研が核変換技術の研究開発を中心に担当している。これらの役割分担は、それぞれの得意分野を活かすという趣旨から適切であると判断される。

両機関では、本計画を進めるに当たり、共同チームを設置し、検討を行っているところであるが、今後とも、この体制を有効に機能させるために、共同推進チームを強化するとともに組織の壁を超えた柔軟な運営を行って、計画を推進することが必要である。また、共同推進チームには大きな権限を与え、機関の壁を越え、チームリーダーの強いリーダーシップの下に計画を実行可能なものとするよう、原研、高エネ機構が協力することが重要である。また、開発に当たっては、これまでの両機関のプロジェクト推進方法に見られた相違点を克服し、整合性のとれた効率的な推進が求められる。

なお、運営に当たっては、幅広い分野から有識者を集め、開かれた議論を行うべきである。

## (2) 関連研究機関との連携はとれているか

本計画では、国内の関係機関との連携を実効性のあるものとするのが重要である。また、欧米においても関連する機関との間で、必要に応じて互いに協力を進め、共同研究や人材交流などの形で、開発を効率的に進めていくことが必要である。

さらには、新産業・新技術の創出など、成果が目に見える形で国民に還元されることも重要であり、このために、産業界からのメンバーも加えた委員会等を設置し、施設の利用方策の検討を実施することが必要であろう。

## (3) 適切な人材を結集しているか

本計画は原研と高エネ機構の統合計画であり、両研究所から必要な人材が集まって共同推進チームを結成している。特に高エネ機構からは高エネルギー加速器のエキスパートに加えて、ニュートリノを含む原子核・素粒子物理学や、中性子科学、ミュオン科学等の研究者が、また原研からは、放射線遮蔽や大強度中性子源等に関わる技術者、中性子科学や核変換技術等に関わる研究者が参加していて、本計画推進のために適切な人材が結集していると判断する。

なお、本計画を遂行するに当たっては、両機関の定員事情が厳しいことを踏まえつつも、適切な人材が両機関において確保できるよう、最大限の配慮を行うべきである。特に、装置の完成後、絶えざる進歩を遂げるためには、能力ある専任研究者の確保が重要である。また、若手研究者の育成を組織的に考えておくことや研究者、技術者の流動を促進する新しい仕組みを構築することが望まれる。

## (4) 共同利用体制について

本計画によって建設される施設は、中性子科学、原子核・素粒子科学、生命科学、物質科学等をはじめとする多分野の研究者が幅広く利用できる先端的研究施設であるため、産業界等も含めて、機会均等の原則の下で本施設を広く共用に供することが必要である。また、原研、高エネ機構のこれまでの共同研究、共同利用体制を発展させ、両機関における実施体制の利点を併せ持った新たな共同利用体制について、検討を進める必要がある。

本施設はアジア地域において唯一の最先端の陽子加速器施設となる。このため、国内外を問わず開かれた施設にすることが必要であり、外国の研究者の利用に当たっても、広く外国からの受け入れが可能となるよう、受け入れ体制を整備する。

なお、海外からのユーザーの受け入れや支援・教育には、組織的に対応することが不可欠であり、運営体制の中で国際化に向けた十分な配慮が必要である。また、加速器の完成当初から施設を使いこなし、世界的レベルの成果を挙げる上で忘れてならないのは、ユーザーグループの研究活力を維持しながら、既存の利用施設から新施設へスムーズに移行することであり、この点に特に配慮する必要がある。

## 6. 総合評価

これまで述べたように、本計画は、科学技術・学術的な意義、経済的・社会的な意義が双方とも十分に認められ、今後の我が国の発展に大きく寄与するものと考えられる。また本計画は、我が国はもとより全世界の研究者が利用可能な国際的に開かれた研究プロジェクトであり、本施設は国際公共財と考えられる。

さらには、本施設における創造的研究によって生み出される新発見により、国民の知的好奇心をかき立てて科学技術に対する関心を引き起こすとともに、若者に夢を与え先端的科学技術分野に進もうとする意欲を持たせるきっかけをつくることにもつながる。

以上を総合すれば、本部会としては、本計画は積極的に進めるべきものであり、早期に着手すべきであると評価する。

しかしながら、本計画は、計画提案者の構想を全て実現しようとする、当初の約1,500億円を越えて約1,800億円にも及ぶ大型のプロジェクトである。我が国の現下の財政状況等を踏まえれば、緊急性、重要性の高いものから実現することを考える必要がある。このため、現実的な資金計画を作成するとの観点から、各施設のプライオリティ付けを行った上で、必要な性能を落とすことなく、順次建設に着手することが必要であろう。また、補完できる他の施設または競合する国内類似計画が存在する場合には、当該施設の建設計画の再検討を行うことを求めるものである。

本計画によって、科学技術・学術分野における我が国の国際的な競争力を強化するとともに、ここから得られる成果を持って国際貢献を行っていくことが重要な責務であることを認識されたい。さらに、国民に対する説明責任があることを自覚し、適時適切に情報の提供を行い、透明性の向上を図るとともに、本計画に対する理解の増進につとめるべきである。なお、本施設の有効利用の観点からも、成果の公表及びその移転等を含め、研究者だけでなく、青少年や地元住民などにも広く開かれた施設とすべく所要の措置を講ずることが求められる。また、建設段階における適切な人材の結集や施設完成後の新たな共同利用体制について、両機関において検討を進めることが求められる。

計画の実行に当たっては、指摘された事項を踏まえた事前の十分な検討を行うことは当然であるが、節目節目で推進状況に関する適切な評価を行い、必要であれば計画の見直しも行うなど、効率的かつ効果的な推進を図るべきである。

本計画は、科学技術庁と文部省が統合するに当たっての象徴的なものである。これまでの行政の区分によって科学技術と学術の連携が必ずしもうまくいかなかった部分も見受けられるが、この壁を打破し、夢のあるプロジェクトとして本計画が推進されることを望む。

## 参 考 資 料

## 大強度陽子加速器施設計画（仮称）評価専門部会の設置について

平成11年11月19日 原子力委員会決定

平成11年11月22日 学術審議会加速器科学部会決定

### 1. 設置の趣旨

日本原子力研究所と高エネルギー加速器研究機構が大強度陽子加速器を用いた科学技術・学術の総合的展開を図るため、各々の「中性子科学研究計画」と「大型ハドロン計画」の施設の最適化を行い、これらを統合することによって計画の効率化を図り、その早期実現を目指す「大強度陽子加速器施設計画（仮称）」について、研究開発の効率的な実施を図る観点から、「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」（平成9年8月7日内閣総理大臣決定）に基づく評価を実施し、本格的な建設に向けた指針を提示する。このため、原子力委員会と学術審議会加速器科学部会の下に合同の評価機関として「大強度陽子加速器施設計画評価専門部会」（以下、「評価部会」という。）を設ける。

### 2. 検討項目

評価部会においては、以下の項目について検討することとする。

#### （1）技術的・学術的評価

科学技術・学術研究の観点からの意義、創造性、実用技術開発への寄与、国際的なレベル等について、これまで実施された国際レビュー等の結果を踏まえた技術的・学術的な評価を実施する。

#### （2）社会的・経済的評価

社会的・経済的なニーズに対応した計画か、民間における取組みが期待できない分野であるか、緊急性はあるか、費用対効果のバランスはとれているか、研究開発予算の効率的な執行は行われているか等の観点から本計画が社会経済に与える影響についての評価を実施する。

#### （3）その他

その他本計画について必要な事項について評価を実施する。

### 3. 構成員

別紙1のとおり。

### 4. スケジュール

別紙2のとおり。

### 5. 審議の公開

評価部会における審議は公開とするとともに、審議結果は国民にわかりやすい形で公表する、インターネット等を通じて計画に対する意見の収集を行うなど、積極的に情報提供を行う。

### 6. その他

その他評価部会の運営に必要な事項については、評価部会で定める。

大強度陽子加速器施設計画(仮称)評価専門部会  
委 員 名 簿

秋 元 勇 巳	三菱マテリアル(株)社長
井 口 洋 夫	宇宙開発事業団宇宙環境利用研究システム長 (財)国際高等研究所副所長
小 川 智 子	国立遺伝学研究所副所長
上 坪 宏 道	(財)高輝度光科学研究センター副理事長
倉 内 憲 孝	住友電気工業(株)取締役会長
佐 和 隆 光	京都大学経済研究所教授
清 水 正 巳	日経サイエンス編集長
◎ 末 松 安 晴	高知工科大学長
鈴 木 謙 爾	住友金属工業(株)顧問、東北大学名誉教授
谷 畑 勇 夫	理化学研究所主任研究員
藤 井 保 彦	東京大学物性研究所附属中性子散乱研究施設長
益 川 敏 英	京都大学基礎物理学研究所長

(◎は部会長)

## 評価部会の進め方について

- 11月19日 原子力委員会で評価部会の設置を決定
- 11月22日 学術審議会加速器科学部会で評価部会の設置を決定
- 12月16日 評価部会(第1回)
- ・部会の進め方
  - ・計画概要のヒアリング
  - ・評価の観点について
- 1月中旬 評価部会(第2回)
- ・国際レビュー等のフォローについて
  - ・技術的、学術的評価について
- 2月中旬 評価部会(第3回)
- ・経済的、社会的波及効果等についての評価  
(コスト/ベネフィット等の観点から)
  - ・運営体制等について
- 3月中旬 評価部会(第4回)
- ・評価報告書の素案作成・検討
- 4月上旬 評価部会(第5回)
- ・評価報告書のとりまとめ
- (この後、パブリックコメントの受け付け:2週間程度)
- 5月中旬 評価部会(第6回)
- ・評価報告書のとりまとめ

その後、原子力委員会、学術審議会に報告、了承



## 大強度陽子加速器施設計画評価専門部会 開催経緯

第1回：平成11年12月16日（木）

- 議題 （1）大強度陽子加速器施設計画（仮称）評価専門部会について  
（2）大強度陽子加速器施設計画の概要について  
（3）評価項目について

第2回：平成12年1月20日（木）

- 議題 （1）国際レビュー等のフォローについて  
（2）技術的、学術的評価について

第3回：平成12年3月1日（水）

- 議題 （1）経済的、社会的波及効果等について  
（コスト／ベネフィット等の観点から）  
（2）運営体制等について

第4回：平成12年4月14日（金）

- 議題 （1）評価報告書の素案作成・検討

第5回：平成12年5月24日（水）

- 議題 （1）評価報告書素案の審議

## 統合計画（大強度陽子加速器施設）の概要

### 1. 経緯

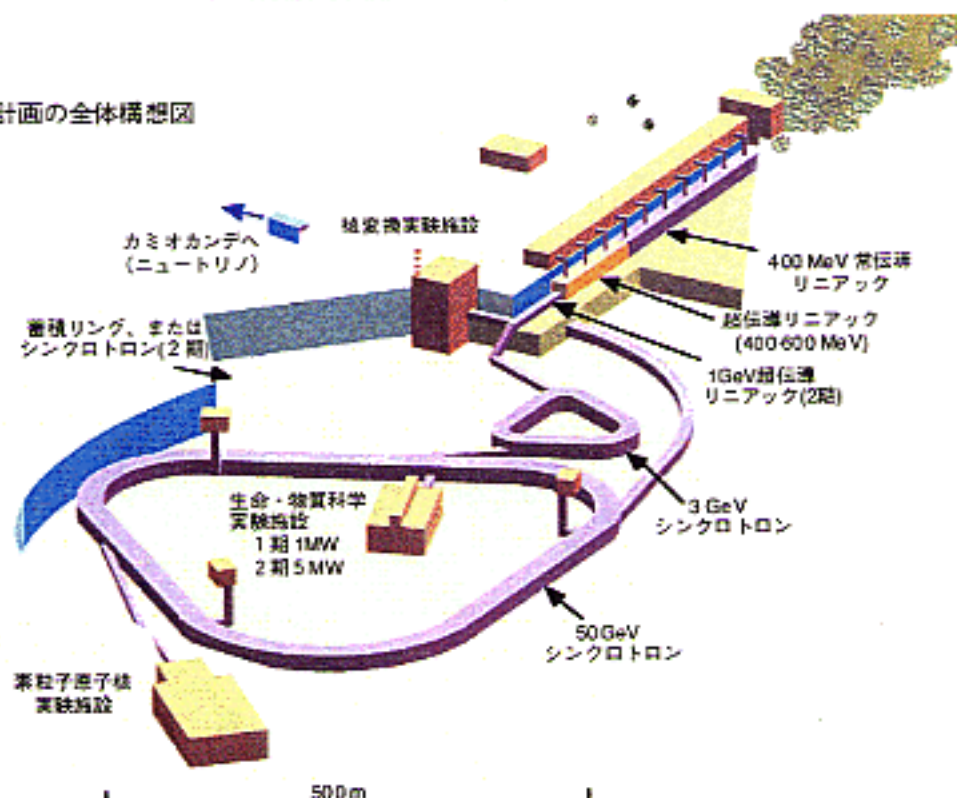
- 原研の中性子科学研究計画は、大強度陽子加速器による核破砕中性子源を用いて、生命・物質科学の研究、高レベル廃棄物中の核種変換技術研究等を推進する計画。
- 高エネルギー加速器研究機構（KEK）の大型ハドロン計画は、大強度陽子加速器の作り出す様々なビームを素粒子、原子核、物質科学の研究に利用する計画。
- 両機関は平成11年3月に原研東海研究所を敷地として両計画の施設を統合し、計画の早期実現を図ることで合意。技術的検討を協力して実施。（省庁統合のモデルとなる計画）
- 平成11年4月に技術的及び国際的観点からの国際レビューによる評価を終了。
- 平成11年12月より国としての第三者評価において、科学技術的・学術的及び経済的・社会的観点より評価中。平成12年6月を目途に評価結果をまとめる予定。

### 2. 加速器施設

[統合計画]

- 1) 世界初の6億電子ボルトの超伝導陽子リニアック（長さ約600メートル）
- 2) 30億電子ボルトの陽子シンクロトロン加速器（直径約100メートル）
- 3) 500億電子ボルトの陽子シンクロトロン加速器（直径約500メートル）
- 4) 陽子ビーム入力で百万ワット（第1期1MW、第2期5MW）の核破砕中性子源

統合計画の全体構想図



### 世界の大強度陽子加速器／核破砕中性子源建設計画

- ・米国 SNS 計画：エネルギー 1 GeV、出力 2 MW、1999 年建設開始、2006 年稼働予定
- ・欧州 ESS 計画：エネルギー 1.3 GeV、出力 5 MW、計画検討中、2007 年頃の完成目標

### 3. 期待される成果

- ・ゲノム解析から遺伝子病や新薬等の開発につながる DNA 等の機能の解明
- ・我が国の国際的地位を高めるノーベル賞クラスの最先端の素粒子・原子核物理学の推進
- ・原子力エネルギー利用の推進につながる廃棄物中の長寿命核種処理技術の開発

# 中性子利用研究

## ○生命・物質科学実験施設

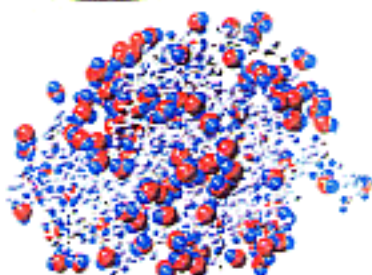
中性子ビームを利用して、生命及び物質科学の研究を行う施設

中性子は

- ・原子レベルでの構造解析
- ・水分子の観測
- ・磁性の観測

ができる

## 難病の克服



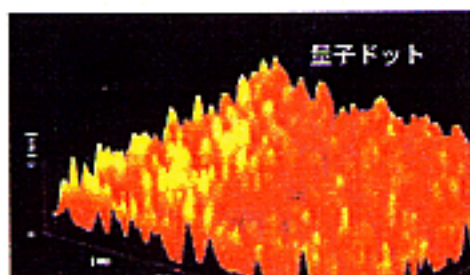
DNA中のたんぱく質の構造・機能の解明

難病の克服  
遺伝子病  
エイズ

新薬の設計

- ・構造生物学・たんぱく質機能の原子レベルの理解 → 新薬の開発
- ・磁性の研究 → 新伝導物質、電子素子の開発
- ・結晶・多層膜構造解析 → 高温電子素子、合金、各種フィルムの開発
- ・高分子の研究 → 環境汚染物質を分解する新しい触媒の開発
- ・液体・ガラス状物質の研究 → ファイバー材料の開発
- ・内部歪みの観測 → 航空・宇宙機器の非破壊検査への応用

## 新産業の創出



量子ドット

超高密度素子

超小型コンピューター  
CPU、記憶素子



磁性体の構造研究

高温超伝導体の機構解明  
超高磁場の実現



高分解能核磁気共鳴診断装置



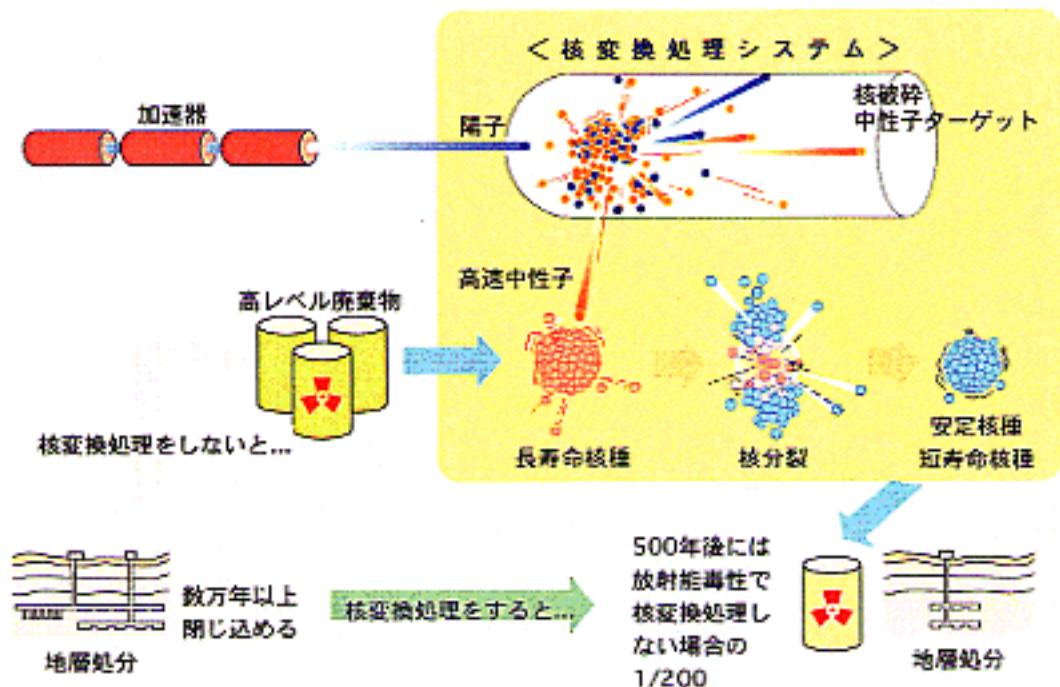
高温超伝導を用いた磁気浮上列車



# ○核変換実験施設

高レベル廃棄物中の長寿命核種の核変換による短寿命化の原理

## 核変換処理の概念

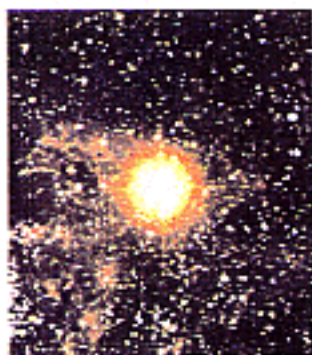


# ○素粒子／原子核実験施設

## 中間子やニュートリノの研究

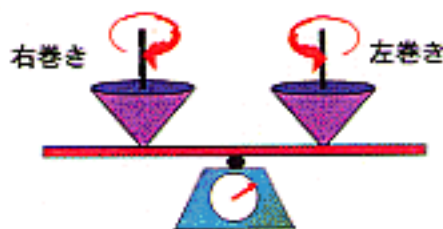
### 宇宙創生の起源

ビッグバン直後に素粒子や原子核はどのように創られたのか？



### 物質の根源

物質の重さと素粒子の右巻きと左巻き回転の関係は？



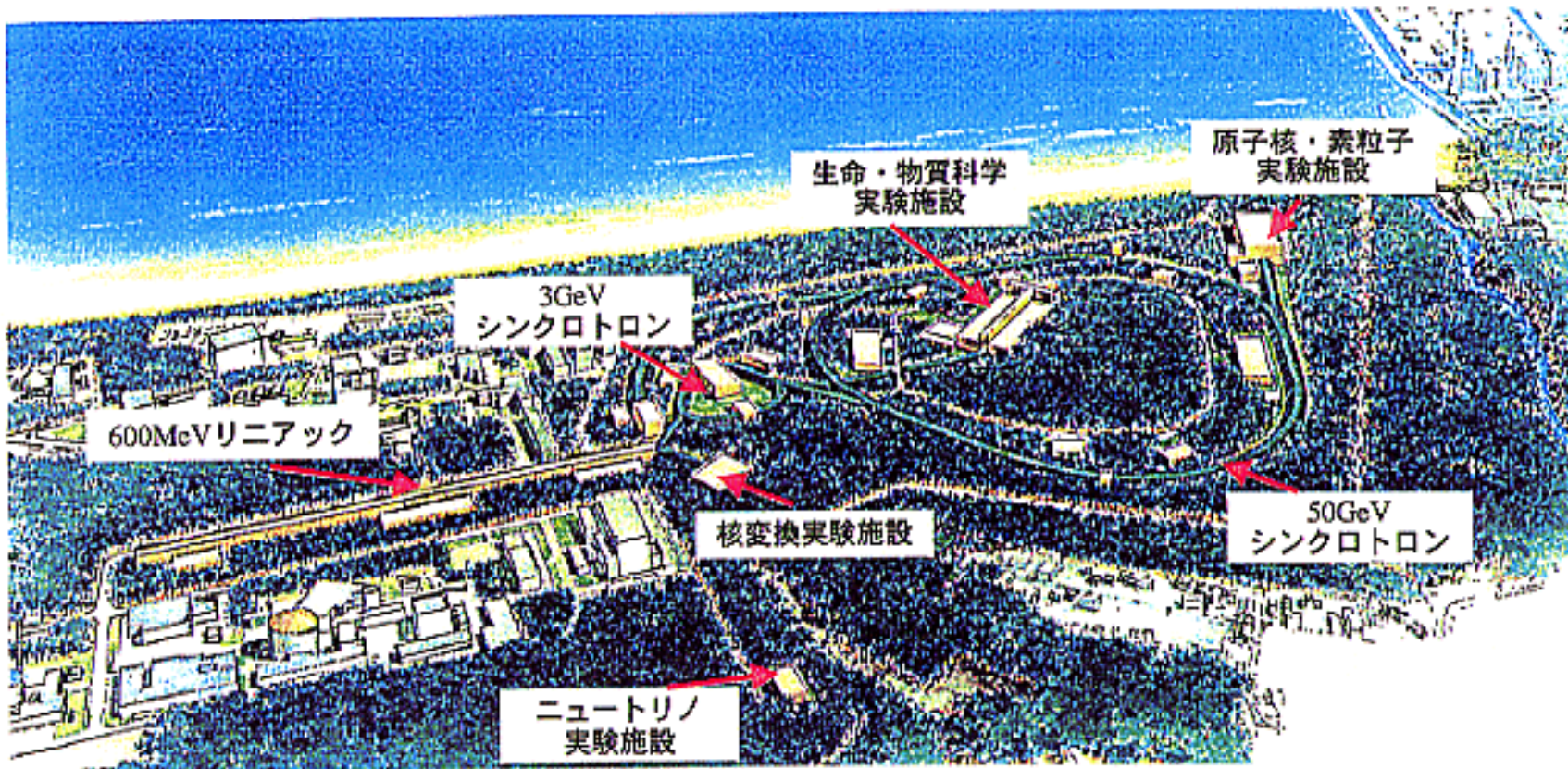
### 自然の基本原則

宇宙の重さの起源は、謎の素粒子ニュートリノ(中性微子)と関係するのか？。





# 大強度陽子加速器施設のイメージ図



## 計画提案者による計画の自己評価(概要)

1. 学術・科学技術の観点からの意義の検討
  1. 1 どのような研究が可能になるか
  1. 2 国が取り組むべき分野か
  1. 3 緊急性はあるか
  1. 4 ユーザーは十分あるか
  1. 5 類似の計画との関係(競争関係、補完関係等の分析)
  1. 6 設計は妥当か
  1. 7 建設着手の準備はできているか
  
2. 社会的波及効果の検討
  2. 1 科学技術基本計画との関係
  2. 2 人材育成
  2. 3 地域環境への配慮
  
3. 経済的波及効果の検討
  3. 1 施設建設および運用の経済的波及効果
  3. 2 加速器開発による産業波及効果
  3. 3 中性子利用による経済効果
  3. 4 原子核・素粒子研究が拓く新たな産業技術
  3. 5 核変換技術開発のコスト
  3. 6 公共投資としての規模
  
4. 運営体制
  4. 1 推進体制
  4. 2 完成後の運営

# 1. 学術・科学技術の観点からの意義の検討

## 1. 1 どのような研究が可能になるか

### a) 原子核・素粒子

– 以下のような研究が可能になる：

- 核物質のQCD (QCD = 量子色力学)、特に、ハドロンの質量の起源の究明
- ストレンジネスを含んだ原子核分光学
- ニュートリノ振動の検証
- レプトン族の混合等の標準理論を越えた現象の探索

– 21世紀には、巨大加速器を用いた実験研究は国際分業が必要であり、上記のテーマの研究センターを日本に構築する。

a) OECD Mega Science Forum for Nuclear Physicsでの提言

4つの方向 (R1ビーム、電子ビーム、ハドロンビーム、高エネルギー重イオンビーム)のうち、ハドロンビームは日本の大強度陽子加速器計画で実現する。

### b) 生命・物質科学

– 放射光との研究手段の分担

構造解析 → 

[	放射光・X線	PF(KEK)、SPring-8	→	基幹構造
	中性子散乱	研究用原子炉 (JRR3、KUR)	→	水素・軽元素

  
加速器パルス中性子源 (KENS)

– 原研JRR3、KEK-KENSの数倍以上の強度を持つ大強度パルス中性子源によって、

- 構造に加えて、ダイナミクス研究に十分な強度を実現する。
- これにより、生命科学-構造生物学、磁性研究-高温超伝導材料などの極限条件の物性研究等を可能にする。
- 電子・光学材料などの広範な研究分野による新材料・新産業の創出と応用を生み出す。

### c) ミュオン科学

現ミュオンビームに比べて強度が格段に上昇し、超低速ミュオンビームは毎秒1万个(現施設では毎秒1個)が得られる。これにより、さらに多くの精密実験が可能になる。

### d) 加速器駆動核変換

原子力発電に伴う長寿命放射性廃棄物の低減は、後世代への負担軽減等の社会が要請する技術課題である。

## 1. 2 国が取り組むべき分野か

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る。この観点から、以下のように本計画は、国が取り組むべき分野である。

### a) 知的存在感のある国の実現

- 世界初の独創的成果の創出による人類への知的貢献。
- 世界最高性能の施設により、国際的な頭脳が集結。
- 大強度ビームを用いた原子核・素粒子実験やミュオン科学では世界の中心施設。

### b) 安全・安心な生活ができる国の実現

- 生命科学の推進による、医療・食糧問題への貢献。
- 原子力発電所からの放射性廃棄物の処理による安心・安全な生活の実現。

### c) 国際競争力のある国の実現

- アジア・オセアニア地域における中性子科学研究の中心として世界の他の2極との競争。(資料「OECDメガサイエンスフォーラム、中性子源部会報告」)
- 世界最高出力の加速器開発から派生する新技術による科学技術の国際競争力。
- 新材料・新産業の創生による世界先端の科学技術力の保有。



## 1. 3 緊急性はあるか

以下の点において、本計画の緊急性はあると考える。

### a) 生命・物質科学

#### - 中性子源建設における世界との競争

- ・ 2MWの米国SNS計画の建設開始

(1998年米国会計年度より建設予算計上)

本計画は1MWであるが、パルスあたりの中性子強度はSNSを上回る。

中性子科学は21世紀の産業の科学的基盤として競争が激しく、本計画の早期実現が望まれる。

- ・ 世界最高性能の研究炉ILL（仏）と世界最高出力の加速器中性子源ISIS（英）を持つ強力な欧州の研究体制への対抗

#### - 研究用中性子源の欠乏（ニュートロンギャップ）

- ・ KENS、JRR-3、KURに続く研究用中性子源の確保

### b) 原子核・素粒子

#### - ニュートリノ振動実証における世界的競争

- ・ 米国Fermi国立研究所や欧州CERN研究所において2005年頃からニュートリノ振動実験が始まろうとしている。
- ・ 一方、日本にはスーパーカミオカンデ検出器があり、加速器からの強力なニュートリノビームが必要。

#### - 大強度K中間子ビームへの世界的な要請

- ・ 世界のユーザーが待ち望んでいる！！

### c) 加速器駆動核変換

廃棄物処理処分の問題は社会的に緊急の課題。一方、開発に長期を要する技術なので、早期に技術開発に着手すべき。

## 1. 4 ユーザーは十分あるか

世界最高性能の施設であるため、世界の研究者を惹きつける。また、それらの人を受け入れられる施設とする。

- a) 中性子研究者数の増加傾向から、完成後には利用者数は倍増すると予測  
特に、国内およびアジアオセアニア地区からの多くの参加が期待される。  
総勢2000-3000人規模が期待される。
  
- b) 原子核・素粒子実験では世界各国に国際的実験チームが結成  
特に、欧州および米国からの多くの参加が期待され、すでに諸外国で実験チームが結成されつつある。  
総勢1000人強の規模が期待される。
  
- c) 核変換では世界初の専用加速器駆動実験施設として研究者が世界から集結すると予想

## 1. 5 類似の計画との関係（競争関係、補完関係等の分析）

### a) 中性子利用

#### — 原子炉（JRR3、KUR）との補完関係

- 平均中性子強度ではJRR3の数倍程度であるが、パルスピーク強度では百倍以上
- 平均中性子束を利用する積分型の高分解能測定やラジオグラフィは原子炉
- ピーク強度を利用する生命物質の機能解明等のダイナミクス研究には加速器中性子源

### b) ミュオン利用研究

KEK中間子施設より百倍の強度。本計画はRALを上回る強度。

### c) 短寿命核ビーム利用研究

理研RIファクトリーは高エネルギーのRIビーム、本計画は低エネルギーのRIビームを利用

### d) 原子核・素粒子

#### BNL・AGS（30GeV陽子加速器）との関係

BNL・AGSはRHICの入射器専用となる。そのため、BNL・AGS陽子ビームを用いた実験チームは本大強度陽子加速器計画に積極的に参加。計画完成時にはAGS実験装置を大幅に日本に移行。

#### — CERN・PS（24GeV陽子加速器）との関係

特に、反陽子を用いた実験研究は本計画に積極的に参加。

### e) ニュートリノ

#### — K2K実験との関係

K2K実験の百倍以上の強度で実験が可能。ニュートリノ質量の精密実験のほか、レプトン族の混合の度合いを定量的に測定できる。

#### — CERN・SPS、FERMI-Labの計画との関係

激しい競争となる。日本側のメリットは既に検出器が神岡に存在すること。

### f) 加速器駆動核変換

米国のATW計画、ヨーロッパの実験炉建設計画があるが、技術開発の提案段階である。基礎的な段階からの着実な技術開発を目指す実験施設の具体的提案は本計画のみ。

## 1.6 設計は妥当か

以下のように、全ての利用施設の要求を満たす陽子ビームを供給できる妥当な設計である。

### a) リニアック

- 400MeVまでを常伝導とすることにより、3GeVシンクロトロン of 確実な加速器の運転を保証し、1 MWのビーム出力を保証する。
- 超伝導とすることにより、400から600MeVにエネルギーを増加することで、3GeVシンクロトロン出力の増力を可能とする。
- また、加速器駆動核変換実験施設への600MeVのロングパルスビームを供給すると共に、将来の加速器駆動核変換処理システム用加速器の開発に見通しを立てる。

### b) 3GeVシンクロトロン

核破碎中性子源に1 MWでマイクロ秒のパルスビームを供給すると同時に、ミュオンビームの生成や短寿命核の生成も可能にする。さらに、50GeVシンクロトロンへの適切な入射器となっている。

### c) 50GeVシンクロトロン

K中間子工場といわれるに相応しいK中間子の発生効率と世界最高の強度を持つニュートリノビームを作り出す。

以上の性能を達成するに際し、従来あった困難を以下の様に克服した。

1. 体積生成型の採用とセシウム添加により大電流で良質な負水素イオン源を実現
2.  $\pi$ モード安定化ループの発明によるRFQリニアックの高周波化と高エネルギー化により、ビームの良質化と運転の安定化とを同時に実現
3. 分離型ドリフトチューブリニアックの考案により、優れたエネルギー効率とコスト削減を実現
4. 環結合型加速器空洞により軸対象な加速電場を実現し、ビームの良質化を達成
5. 超伝導空洞システムを採用し、大きな電磁場エネルギーを貯蔵することにより、大電流ビームの加速を安定化
6. シンクロトロンでは、革新的な新型加速空洞（ファインメット）の発明により、従来より格段に高い加速電場が可能となり、速い繰り返しの加速及び大電流化が可能
7. 独自の2段高周波チョッパーの考案により、シンクロトロンでのビーム損失の大幅な低減

## 1. 7 建設着手の準備はできているか

### a) R & Dの成果

- 負イオン源 : ほぼ要求性能のピーク電流を達成
- RFQリニアック : ほぼ要求性能のピーク電流の加速を達成
- 超伝導リニアック : 空洞試験で要求以上の加速電場を達成
- シンクロトロン : 加速空洞で要求以上の加速電場を達成

### b) JHF加速器国際諮問委員会答申（平成9年、平成10年）

#### 第1回諮問委員会答申

「加速器の概念設計は合理的で且つバランスのとれたものである。加速器設計をより詳細なものにし開発研究を完成させると共に、建設を効率よく進めるための体制を整えるべきである」

#### 第2回諮問委員会答申

「一年間の開発の結果、加速器の技術が十分に完成され、建設を開始することが可能である」

### c) 統合計画国際レビュー答申（平成11年）

「加速器は良く検討されており、建設準備ができている」

## 2. 社会的波及効果の検討

### 2. 1 科学技術基本計画との関係

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

#### a) 知的存在感のある国の実現

##### 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

- 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
- 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

#### b) 豊かで安全・安心な生活ができる社会

##### 安全で安心な生活を支える科学技術の促進

- 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
- 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
- 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

##### 生活の質の向上

- 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
- 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

#### c) 国際競争力のある社会の実現

##### 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

- 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
- 世界最高水準の研究施設における国際的研究者の育成

##### 世界をリードする新産業の創出

- 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
- 大強度加速器科学がもたらす独創的な技術と関連特許

## 2. 2 人材育成

### a) 共同利用による育成

- 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

### b) 大学院教育による育成

- 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

### c) 民間との協力と連携による育成

- 民間企業の現職技術者や研究者の受け入れ

### d) 社会教育活動による育成

- 小中学生の体験学習、サマーキャンプ、出張授業など

## 2. 3 地域環境への配慮

a) 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。

b) 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。

c) 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。

### 3. 経済的波及効果の検討

#### 3. 1 施設建設および運用の経済的波及効果

##### 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

##### 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



### 3. 2 加速器開発による産業波及効果

#### a) 大出力・高性能加速器技術の開発

#### b) 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

#### c) 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

### KEKにおける加速器開発の例

#### a) 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

#### b) 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
- 受注に関連した特許取得数 ... 63件

### 3. 3 中性子利用による経済効果

マクロ経済モデルを中性子利用研究を推進した場合の経済波及効果の分析に用いた場合、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)]の投資を2020年までに、投資額に見合う十分な経済効果として回収できる見通しである。

一方、中性子利用研究を推進した場合の、大きな市場開拓の可能性のある分野には、次世代磁性体材料、触媒等の化成品、自動車、医薬品等があげられる。

### 3. 4 原子核・素粒子研究が拓く新たな産業技術

a) 最先端実験技術の開発による波及効果として、以下の可能性がある。

- 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

b) 過去の波及効果の例として、以下の技術が民生利用されている。

- 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)

### 3. 5 核変換技術開発のコスト

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として、約150億円(本計画予算の10分の1)であり、米国ATW(加速器駆動核変換)開発計画のR&Dコスト評価額

- 281M\$ / 6年間 (約300億円 / 6年間)

と比べて多額なものでない。

### 3. 6 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に比べて、突出したコストではなく、公共投資として適正規模である。

	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	日本核燃料サイクル 開発機構	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	日本原子力研究所/ 理化学研究所	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	深海底掘削における地球 と生命の研究	692 億円 (計画進行中)

## 4. 運営体制

### 4. 1 推進体制

建設期の推進体制として、以下のように進めるのが適正である。

- 現在の推進体制と整合性のある組織。
- 原研／KEK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。

### 4. 2 完成後の運営

完成後の運営に関しては、以下の理念の具体化とともに、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）の比較検討を行うために、推進会議の下にタスクフォースを設置する。

#### 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