

平成9年1月21日（火）
第1回中性子科学研究計画検討委員会
加速器専門部会
資料 No. 1-3

中性子科学研究計画

日本原子力研究所
東海研究所
中性子科学検討推進特別チーム

向山武彦

中性子科学研究計画

- 世界最大出力規模の陽子加速器、
核破砕中性子源、利用施設を建設
- 大強度中性子ビーム利用
基礎科学
- 大強度陽子ビーム利用
加速器消滅処理技術開発
- 基礎科学と原子力研究の両分野

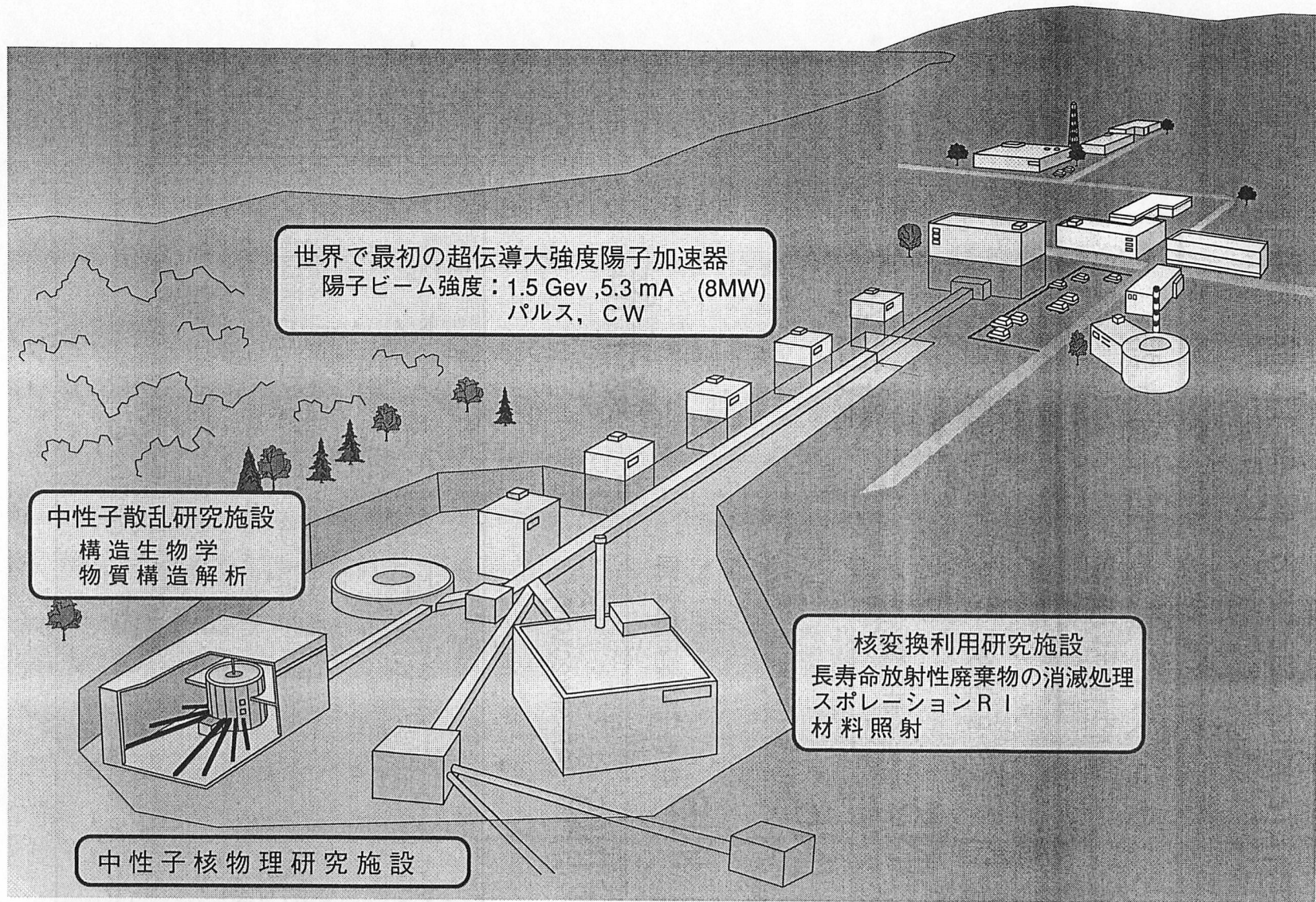


図 中性子科学研究施設構想

原子力館館長室

中性子散乱研究

汎用IN5型分光器の性能比較の例

IN5 : チョッパー式冷中性子分光器
非弾性散乱研究

5MW短パルス (SPSS) を実現すれば測定効率は、

$$\frac{\text{IN5}_{\text{中性子科学研究計画}}}{\text{IN5}_{\text{ILL(57MW)}}} = \text{数百倍}$$

または、

$$\frac{\text{IN5}_{\text{中性子科学研究計画}}}{\text{IN5}_{\text{JRR-3M(20MW)}}} = \text{数千倍}$$

この大幅な性能向上によって
生命科学では構造と運動を詳細にとらえることで
生理機能の解明に革命をもたらす

計画検討の考え方

1. 研究の内容

1) 3本柱

中性子を用いた基礎科学

- 中性子によりものを見る、感ずる、刺激する
- 構造生物学、物質科学 中性子散乱
- 中性子核物理、核破砕RI科学

消滅処理技術開発

- 中性子による核変換
- 高レベル放射性廃棄物処理法の高度化

産業用加速器技術開発

- 加速器の産業利用を目標に

高信頼性、保守性の良い加速器技術開発

但し、建設には現状技術を用いて10年内完成
運転経験を通して産業用大強度加速器技術の開発

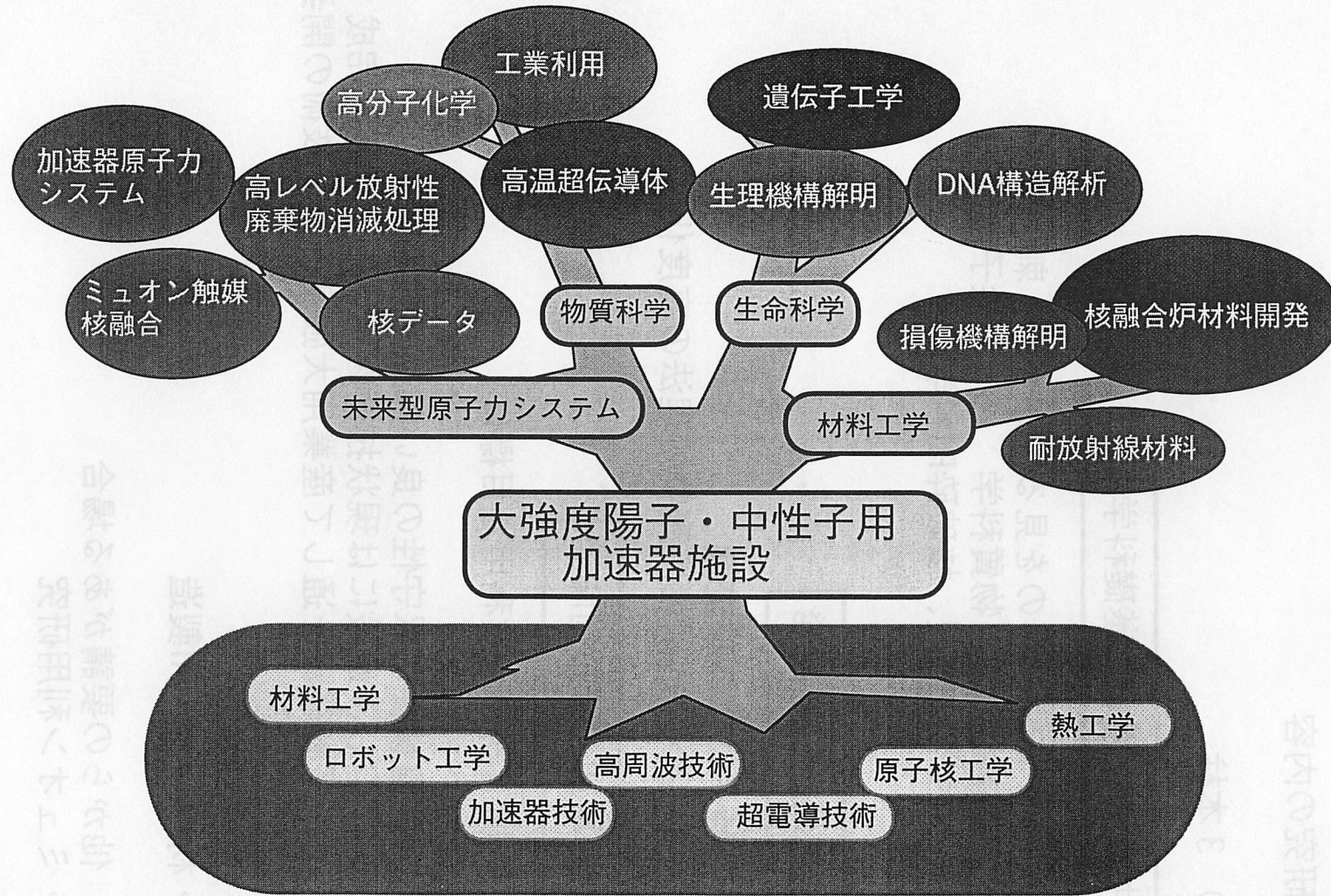
2) 原子力技術

- ・材料照射、RI製造

3) 他からの要請がある場合

- ・ミュオン利用研究

大強度陽子加速器を用いた中性子利用研究分野



加速器の信託画信

内容の要約

2. 施設基本構想

1) 目標

- ・ ビーム出力世界最大級の加速器建設を目指す。
- ・ 約10年間で目標出力運転開始
- ・ これまでの1.5GeV、10mAにはこだわらない。

2) 核破砕中性子源建設計画 世界の現状

- ・ JHP計画 0.6MW、2004年
- ・ ESS計画 (European Spallation Source)
5MW、2004年
- ・ NSNS 計画(National Spallation Neutron Source、ORNL)
5MW、2006年

これらは基礎科学が目的

- ・ 中性子科学研究計画 (原研) 8MW、2007年

原研は基礎科学と消滅処理が目的

世界中中性子源プロジェクト



図 世界の大強度中性子源計画 (陽子加速器による核破砕中性子源)

3) 加速器の規模 ビーム出力

パルス運転

中性子散乱と消滅処理実験基礎実験、その他
同時実験

CW運転

消滅処理実験、RI製造、材料照射等 交互利用

ビーム出力

初期	パルス運転のみ	1.5GeV, 1mA
完成時	パルスとCW交互運転	1.5GeV, 5.3 mA

パルス・ビーム

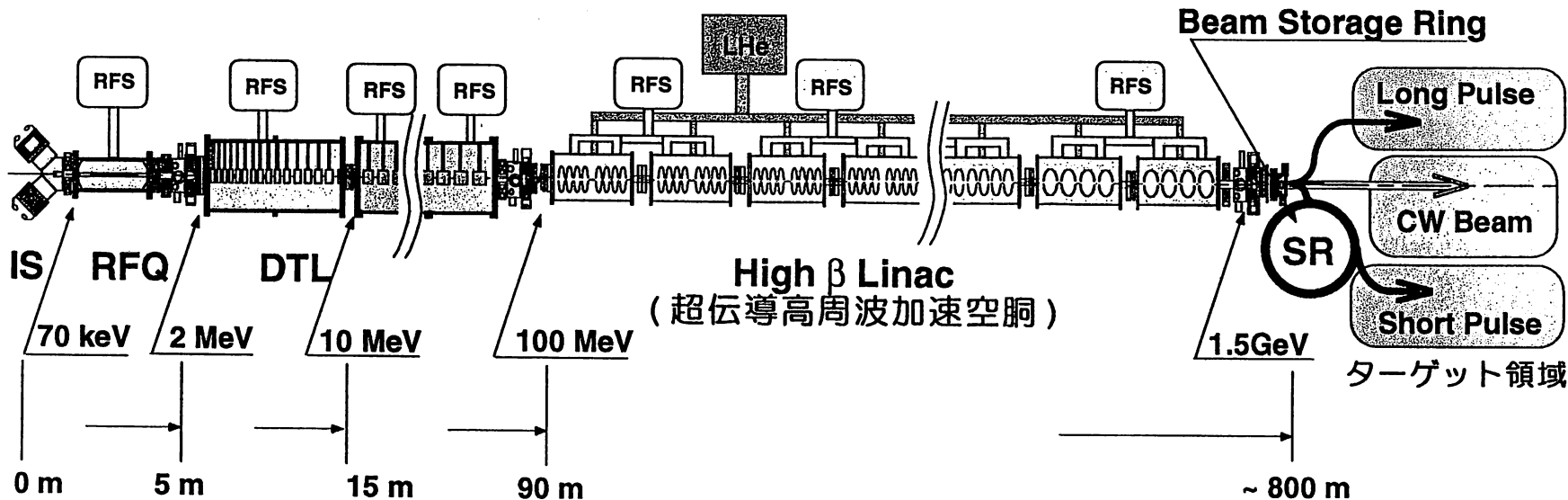
中性子散乱	5MW
消滅処理ターゲット基礎実験	2MW
その他	1MW
合計	<u>8MW</u>

CW・ビーム

消滅処理ターゲット実験	7MW
その他	1MW
合計	<u>8MW</u>

(消滅処理システム実験 2.3MW→4.5MW)

Proton Accelerator for Neutron Science



IS : 高輝度 H^- , H^+ イオン源
 RFQ : 高周波四重極型リニアック
 DTL : ドリフトチューブ型リニアック
 RF : 高周波源
 LHe : ヘリウム冷凍設備

ビーム強度: 1.5 GeV, 5.33 mA
 8 MW

中性子科学研究用加速器 概念図

核破碎中性子源ターゲット

A. 中性子源用ターゲット

- ・ 中性子散乱用
- ・ 減速材との組み合わせ
- ・ 熱中性子、冷中性子発生

固体 タンタル、タングステン

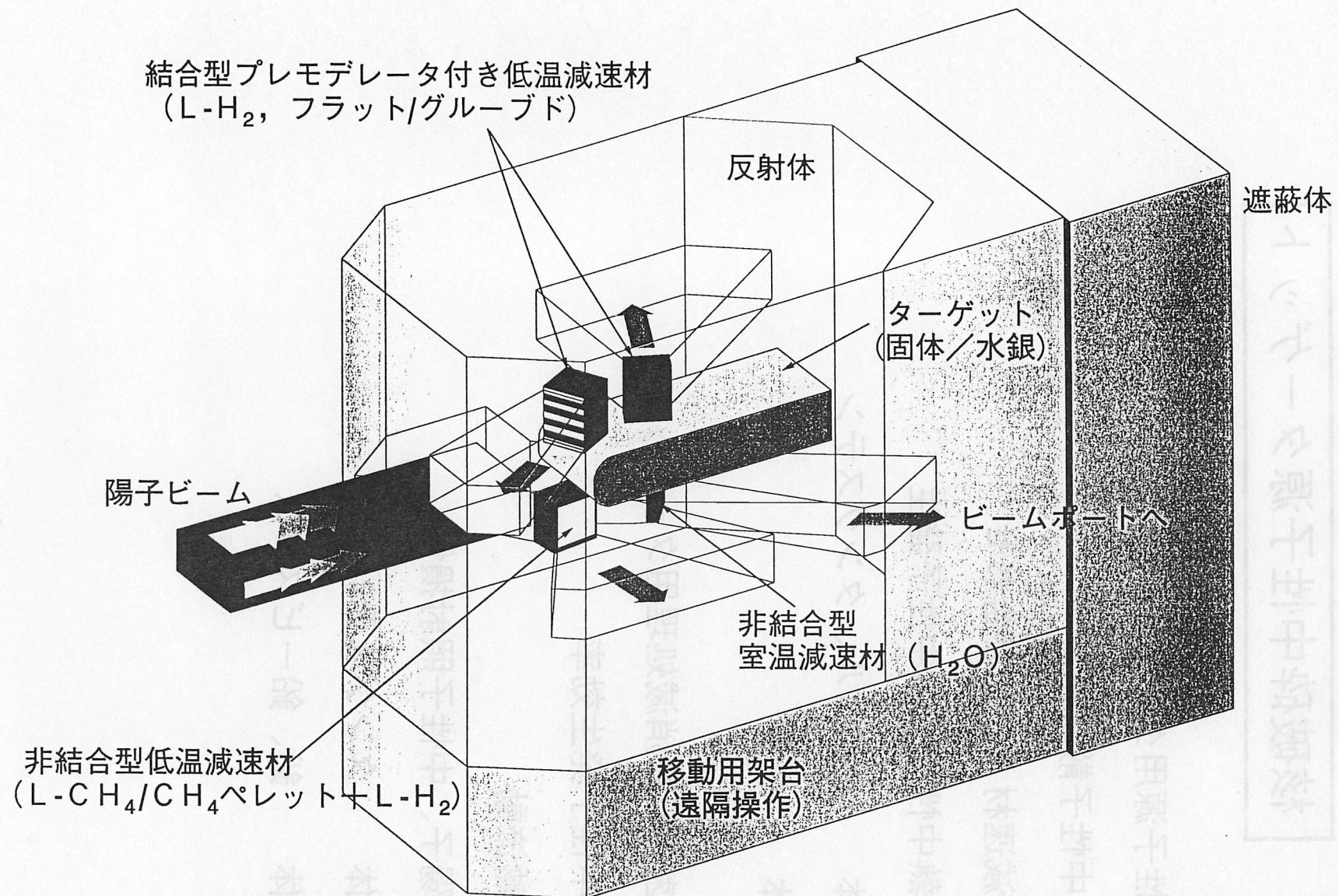
流体 水銀

B. 加速器駆動消滅処理用ターゲット

- ・ 中性子発生効率
- ・ 熱流動
- ・ 陽子、中性子照射損傷

固体 タングステン

流体 鉛、鉛-ビスマス



ターゲットシステムの概要 (ターゲット、減速材、反射体等の配置)

3. 消滅処理実験

1) 消滅処理研究の現状

- ・ 原子力長計:

高レベル廃棄物最終処分の基本方針は地層処分
群分離・消滅処理は長期的研究開発課題

- ・ 消滅処理システム概念多数

2) 研究開発環境

- ・ 大規模実験を行うことは困難
- ・ チェック&レビューを経て次段階へ

C & R

3) 実験目標

(1) 加速器駆動消滅処理概念の実証 必ず実施

- ・ ビーム電流 1 μ A程度
- ・ 加速器ハイブリッド・システムの運転制御性能
- ・ MA箔又はペレット燃焼

(2) システム技術的実証 30MW C&R後 実施

- ・ MA・ピン又はS/A燃焼
- ・ 運転制御性、ターゲット、ビーム・ウィンドウ等の技術的成立性実証

(3) システム工学実証 60MW C&R後 実施

- ・ MA窒化物燃料S/A照射挙動
- ・ システム健全性、消滅処理実証

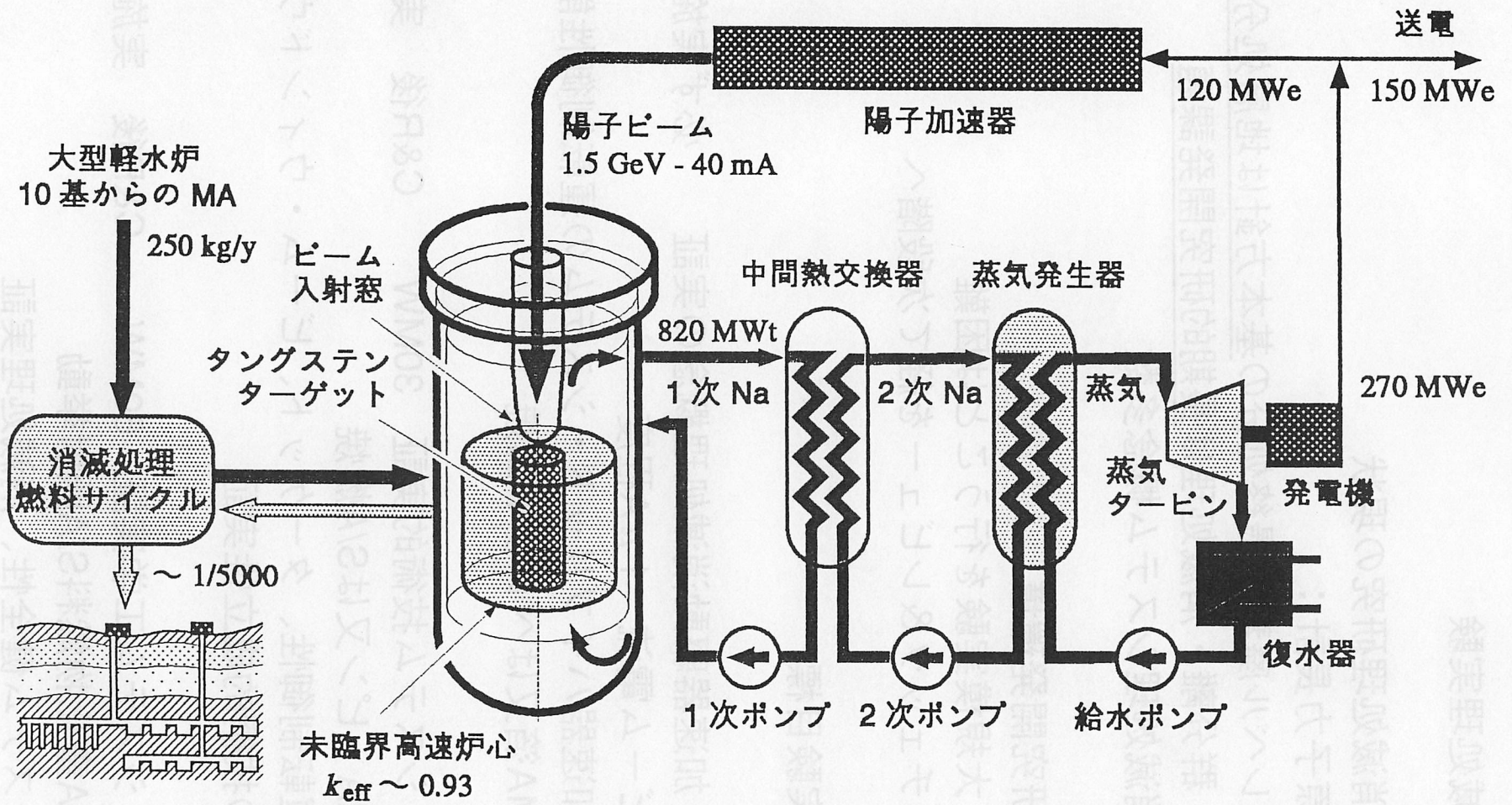
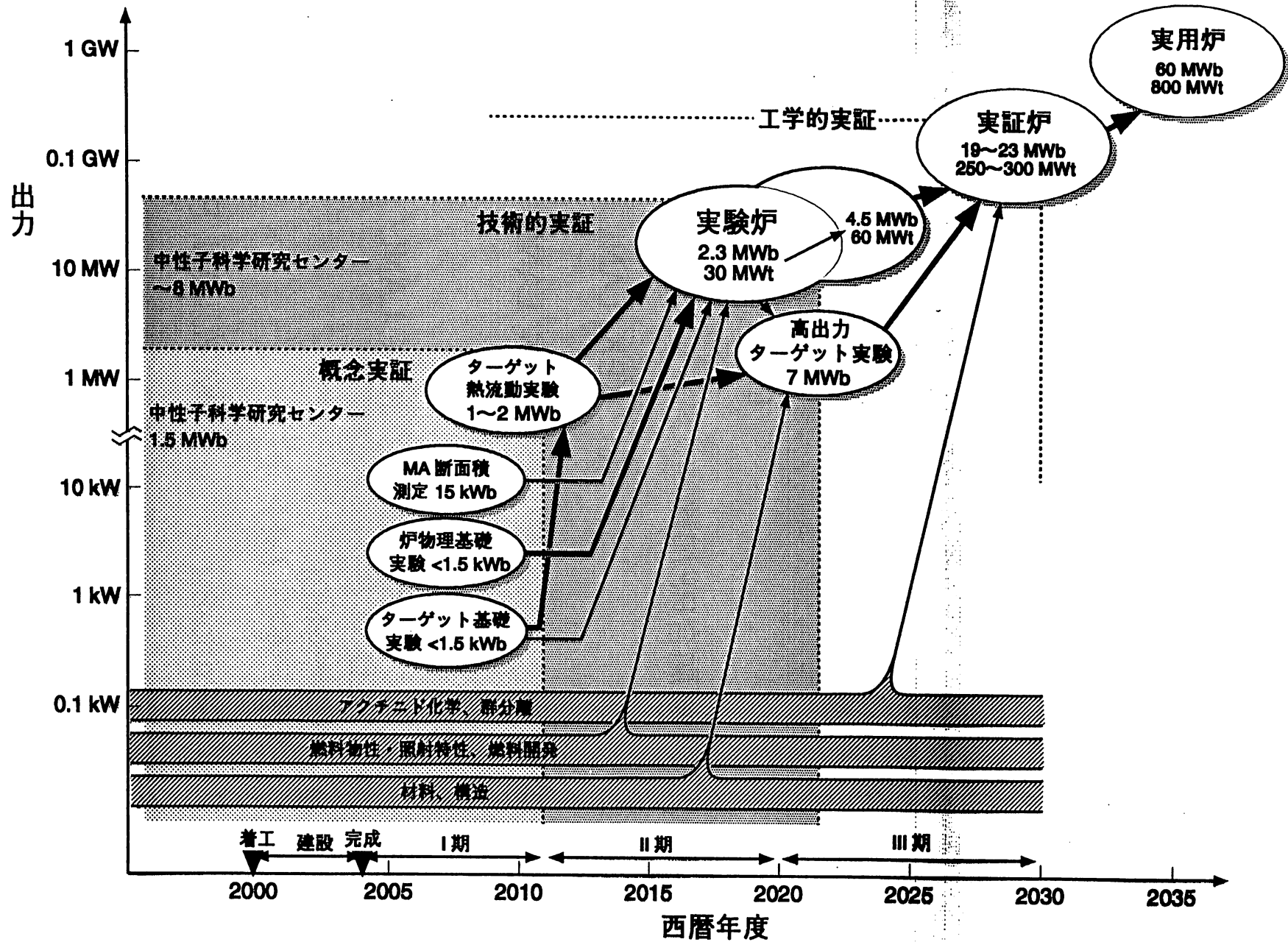


図1 加速器駆動消滅処理システムの概念

加速器消滅処理システム開発のシナリオ



大強度陽子加速器の開発課題と協力体制

主な課題	所内実績	所外協力 (予定を含む)
大電流化		
負イオン源	核融合NBI	フランクフルト大
RFQ, DTL		LANL, サクレ
RF電源	核融合RF加熱	
ビーム・スピル		KEK, LANL
正負イオン同時加速		KEK, LANL
超伝導加速		
加速空洞	タンデムブースター FEL	KEK, LANL
ヘリウム冷凍機	核融合NBI 超伝導マグネット	
ビーム蓄積リング	SPring-8	KEK, LAN, RAL

高出力ターゲットの開発課題と協力体制

主な課題	所内実績	所外協力 (予定を含む)
中性子核設計	NMTC/JAERI コードの開発	BNL/AGS実験
熱流動/構造設計	HTTR, ITER開発 高性能研究炉開発	
材料寿命評価	原子炉・核融合炉 材料開発	PSI照射
水銀ターゲット 熱衝撃波挙動		BNL/AGS実験
減速材低温流体 熱流動・構造		

技術開発の現状

- 加速器

低エネルギー部分大電流化の見通しを得た。

正イオン源 100mAピーク電流引出し

2MeVRFQ 80mAピーク電流目標達成

200MHz高周波源 1MW出力確認

- 中性子散乱ターゲット

熱流動特性、熱衝撃圧力波 予備的解析

減速材配置 中性子特性の最適化検討

- 施設概念検討

中性子散乱、材料照射、核破砕 R I 実験

- 消滅処理実験シナリオ検討

炉物理実験、ターゲット実験、材料、ビーム窓

開発スケジュールと資金計画

スケジュール

中性子科学研究センター発足	平成9年度
加速器要素技術開発	平成13年完了
加速器製作・建設開始	平成12年
1mA到達	平成16年
増力、施設増設	平成19年完成

資金計画

当初 (1mAまで) 約1,000億円

加速器増力、実験施設増設 数100億円

考慮すべき事項

JHP—3GeV計画との関係

一研究内容

中性子散乱が両計画共通

一中性子源規模 JHP 0.6MW、原研 8MW

一時期

JHP	建設着工	平成10年
	完成	平成14年

原研	建設着工	平成12年
	完成	平成19年
	1mA達成	平成16年

以後経験蓄積、技術開発

JHPの経験、JHPを用いた試験が原研計画に必要

JHP計画と原研計画は相補的