SCW 研究会　December 24, 2003　SPring-8

超伝導ウィグラによる高エネルギー放射光利用実験提案書（案 Ver.3.1）

July 31, 2003　**米原　博人**
天体核物理；宇都宮　弘章、静間　俊行、後神　進史
原子核パリティ非保存実験；藤原　守
コンプトン散乱による物性研究；坂井　信彦
Ver.2；August 14, 2003
Ver.3；August 18, 2003
Ver.3-1; September 29, 2003

提案主旨；

○ SPring-8 の **8 GeV** と **10-T** SCW を組み合わせて得られる SCW 光の利用実験を実施。

○ SPring-8 の**光子エネルギー領域を広げる**。

天体核物理、原子核物理分野

○ この分野に**数 MeV 以下の適当な γ 線源**がなく、光子エネルギーの連続性

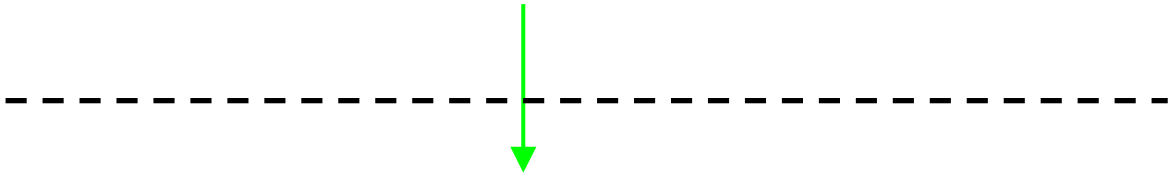
○ 高い光子エネルギーによる**磁気コンプトン散乱実験**

○ **中性子源の可能性；10^{12}/s　[Be^{9} (γ , n) Be^{8}]**

○ **SCW 光と陽電子(10^{12}/s)を組合せた実験**；、新しい研究対象・実験手法の可能性？？

数 keV から 8 GeV 弱までの光子ビーム：光子科学実験施設

＋　光子による**陽電子(10^{12}/s)・中性子(10^{12}/s)**発生／プローブ



HFR 計画*への可能性

*HFR 計画；SPring-8 Internal Report; ”SPring-8 High Flux Ring 計画加速器検討書”, by 米原、伊達、早乙女、大島、熊谷。

・**8-GeV** SPring-8 蓄積リング ＋ **10-T** 超伝導ウィグラ

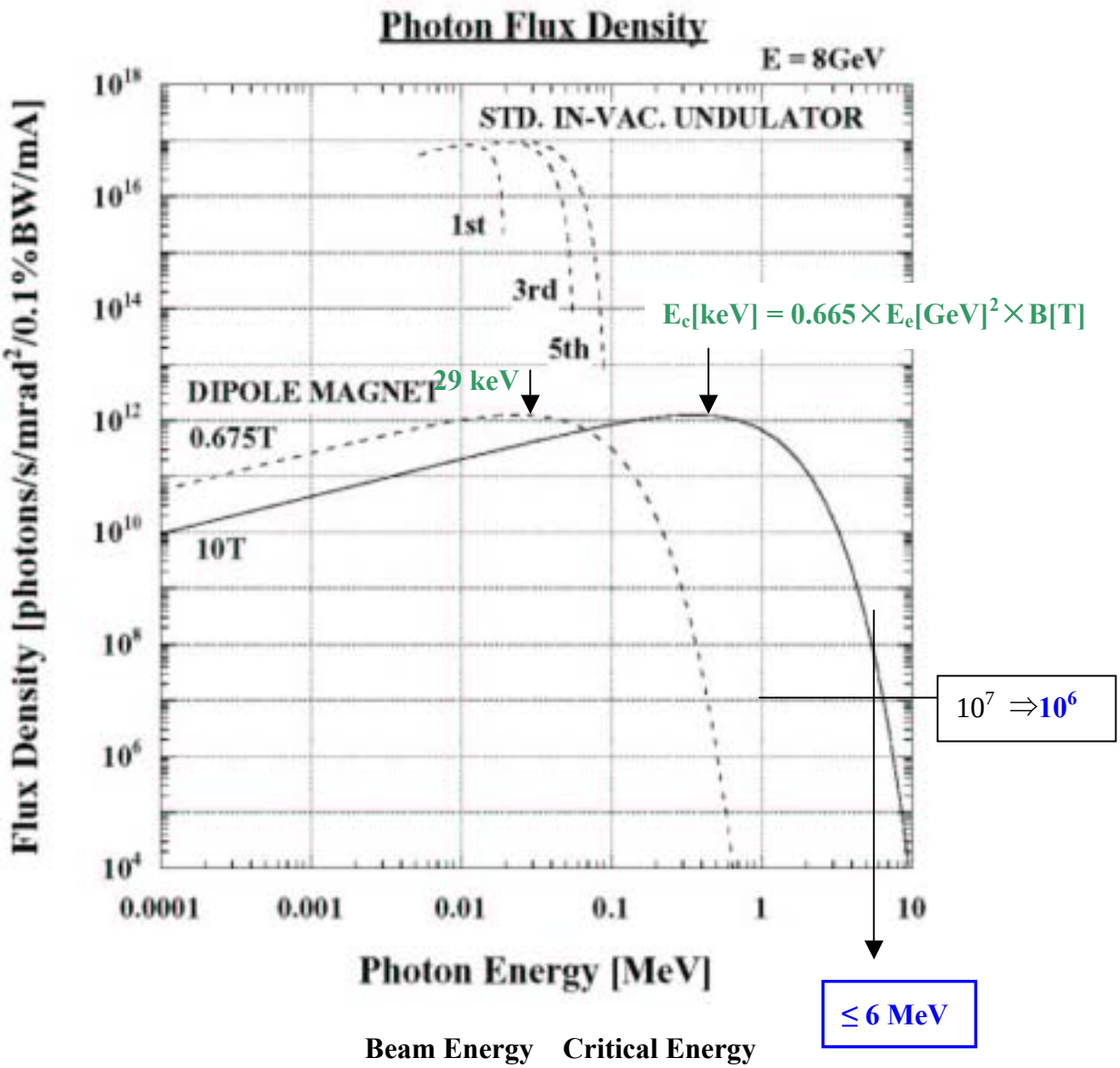
Critical Energy ; **430 keV**　　（ ⇔　偏向電磁石による放射光；29 keV ）

天体核物理における原子核光反応実験（大強度）

原子核構造におけるパリティ非保存実験（SCW 光の円偏光性）

磁気コンプトン散乱による物性研究（高エネルギー）

中性子実験、陽電子利用実験・・・・・



	Beam Energy	Critical Energy
10-T + SPring-8	8 GeV	426 keV
APS	7 GeV	326 keV
ESRF	6 GeV	239 keV

現状；

2002 年夏期停止期間設置、同 9 月、11 月ビーム試験実施。

《同年冬期停止期間に撤去し、組立調整実験棟に保管》

○ ビームに与える影響を調査

○ **励磁したままビーム入射・蓄積**達成；実用上から必要な条件

＊ビーム実験の成果は、

早乙女光一　他「超伝導ウィグラーを用いた高エネルギー放射光の発生と陽電子生成－SPring-8 蓄リングでのビーム実験－」、京都大学原子炉実験所専門研究会「陽電子ビームの形成と物質科学への応用」 2002/11/16.

K.Soutome et al., “Generation of High-Energy Synchrotron Radiation with a 10-T Superconducting Wiggler installed in the SPring-8 Storage Ring”, PAC2003.

M.Shoji et al., “Radiation Measurement about a 10-T Superconducting Wiggler at SPring-8”, PAC2003.

冷却系の性能から **10T 励磁では、最長 4 日間程度しか連続運転**できない。

非励磁状態ではほとんど液体ヘリウムの消耗はない。

本年 3 月多方面研究者ミニワークショップ「超伝導ウィグラーによる高エネルギー放射光の発生とその応用」2003 年 3 月 24､25 日、SPring-8。

↓

○SPring-8+SCW 放射光実験の実現性が高い天体核物理、パリティ非保存実験検討

天体核物理／光核反応実験計画；宇都宮氏（甲南大）

パリティ非保存実験計画；藤原氏（阪大核物理センタ）

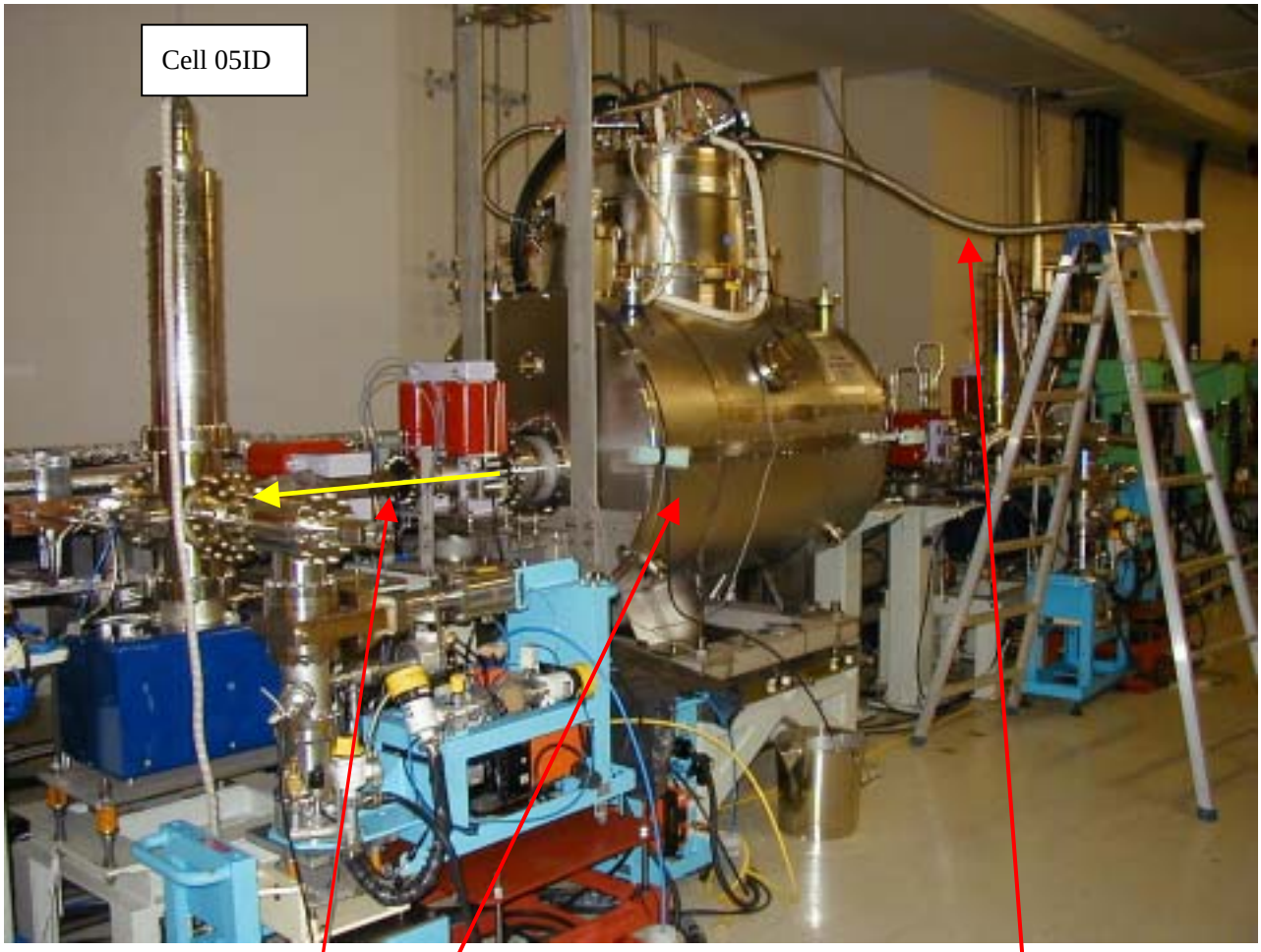
従来利用分野・磁気コンプトン散乱物性研究実験計画；坂井氏（姫工大）

専用施設設置計画趣意書作成にあたり、11 月 6 日に今後の戦略を検討。

↓

本研究会開催（12 月 24 日）

2002 年 8 月 SCW を SPring-8 収納部 05ID 部に設置



懸案あるいは問題点

1) 設置場所及び建設費

30mLSS-A 上流部を想定　(Cの方がbetter?)。

（上流部から別途利用目的 BL の予定なし、SCW 設置と干渉しない。）

競争的外部資金の導入を図るが、**JASRI の承認・資金**が必要。

2) 除熱

10-T SCW 光パワー22W/mrad/mA ←　偏向電磁石（0.68T）1.5W/mrad/mA の 15 倍

⇒　**専用光吸収体を新規製作**

リング設置希望場所；光吸収体のために長い距離確保することが可能

＊10mA 程度から温度上昇を確認しながら、蓄積電流を増加していく。

3) 放射線防護

年間積算（100mA, 5,000hr）量；**6×10^{9} Gy** 以上（下流 B1 上流アブソーバ上面）

～ 高分子系絶縁物にとって重大な損傷

水平方向発散角±25mrad ～ アブソーバに至るまでにリング真空ダクトを直撃

エネルギーが高く鉛遮蔽厚 **400mm** 必要

→ SCW 設置場所下流・鉛遮蔽体構造を持つ真空ダクト新規設計・製作

4) BL

第一段階；収納部内 BL＋鉛遮蔽体構造を持つ真空ダクト新規設計・製作

第二段階；実験ハッチ性能・観測装置

5) エミッタンス増大

エミッタンスは約 2 倍程度に増大。

ビーム試験時に得られたビームサイズの増大と一致。

改善は困難　⇒　**SCW 運転はユーザのビーム条件との合致を考慮**。

6) 軌道再現性

磁場漏洩を鉄材で囲み抑制している。

SCW 励磁を停止しても相対的に**強い残留磁場**。

励磁に完全飽和している部分から低磁場の部分まで連続的に分布。

～　ビーム運転を通して、時間を掛けて確立していく必要。

＊ 30mLSS 部に設置。ビーム試験のβ関数より、水平方向β関数 20%程度の増大

垂直方向β関数は設置場所の採り方で、**4 倍程度（β_V = 21.3 m）**

⇒　SCW の残留磁場などによる unknown な成分の寄与は、特に垂直方向に、前回よりも数倍程度大きくなると推測。これら SCW のビームへの影響を設置場所のパラメータを使い、事前に検討することが必要。

7) 寒剤、特に液体ヘリウム消費量抑制或いは完全再液化

ビーム運転時は直接通電による励磁

～　永久電流モード解除のため、*liq.*He 容器内に **1 W の発熱。スイッチの撤去**

⟶ **連続通電時間が延長？**

＊ 非励磁状態：液体ヘリウム消費（内臓液面計）はほとんどない。
液面計最低リミット;コイル半分以上液体ヘリウムに浸っているレベルに設定。
励磁を停止すれば低温に保つことができる。
残留磁場の再現性は良くなるように考えられる。
液体ヘリウム温度確保、サイクル間停止期間に液体ヘリウムの再補給容易。

＊連続励磁期間を延長する収納部外部から液体ヘリウム供給は当面考えない。
（このような設備改造は、いずれかの時点で順次提案する。）

＊当初計画 100mA、10T-SCW 高エネルギー放射光の完全ユーザ利用には、SCW の新規製作あるいは収納部外部から液体ヘリウムの補給装置などの設備化が必要。

8) SCW 光本格運用分野

SCW 高エネルギー放射光利用実験者ソサイエティの確立。

本格的な実験ハッチを建設／性能の検討。

《人員構成（案）／各人の了解はまだ取れていないが、候補としてあげている。》

建設メンバ　　SPring-8 加速器部門　責任者；熊谷　教孝

ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄﾘｰﾀﾞ；米原　博人

○　超伝導電磁石設置・運転、放射光吸収体真空槽設計製作、放射光評価、放射線遮蔽、ビーム試験、ハッチ建設

米原　博人、早乙女　光一、伊達　伸、高雄　勝、深見　健司、田中　良太郎、福井　達、細田　直康、佐々木　茂樹、小路　正純、青木　毅、大石　真也、依田　哲彦、野田　隆、谷内　友紀子、高嶋　武雄、中村　剛、大島　隆、松井　佐久夫、妻木　孝治、武部　英樹、恵郷　博文　（(財）高輝度光科学研究センタ　加速器部門）

成山　展照、谷口　真吾　（(財）高輝度光科学研究センタ　ビームライン・技術部門）

浅野　芳裕　（原子力研究所　関西研究所）

○　天体核物理・光反応実験／照射及び実験装置開発・設置、実験・データ収集・解析

宇都宮　弘章、後神　進史　（甲南大学　理工学部）

早川　岳史、静間　俊行　（原子力研究所　関西研究所）

大垣　英明　（京都大学　エネルギー理工学研究所）

梶野　敏貴　（国立天文台理論天文学研究系）

○　原子核パリティ非保存実験／照射・実験装置開発・設置、データ収集系回路開発、実験遂行、データ収集及び解析

藤原　守、嶋　達也、永井　泰樹、伊藤　正俊、内田　誠（大阪大学　核物理研究センタ）

與曾井　優　（京都大学　理学部）

秋宗　秀俊、宇都宮　弘章、山形　民穂　（甲南大学　理工学部）

中山　信太郎　（徳島大学）

川畑　貴裕　（東京大学　CNS）

○　磁気コンプトン散乱物性研究／高エネルギー光子分光器開発・製作・設置、実験・データ収集・解析

坂井　信彦（姫工大　理学部）

安全

放射線安全　：高城

高圧ガス安全：藤原

ガス監視装置：施設管理部門

表2-1;建設工程

August 04, 2,003　米原

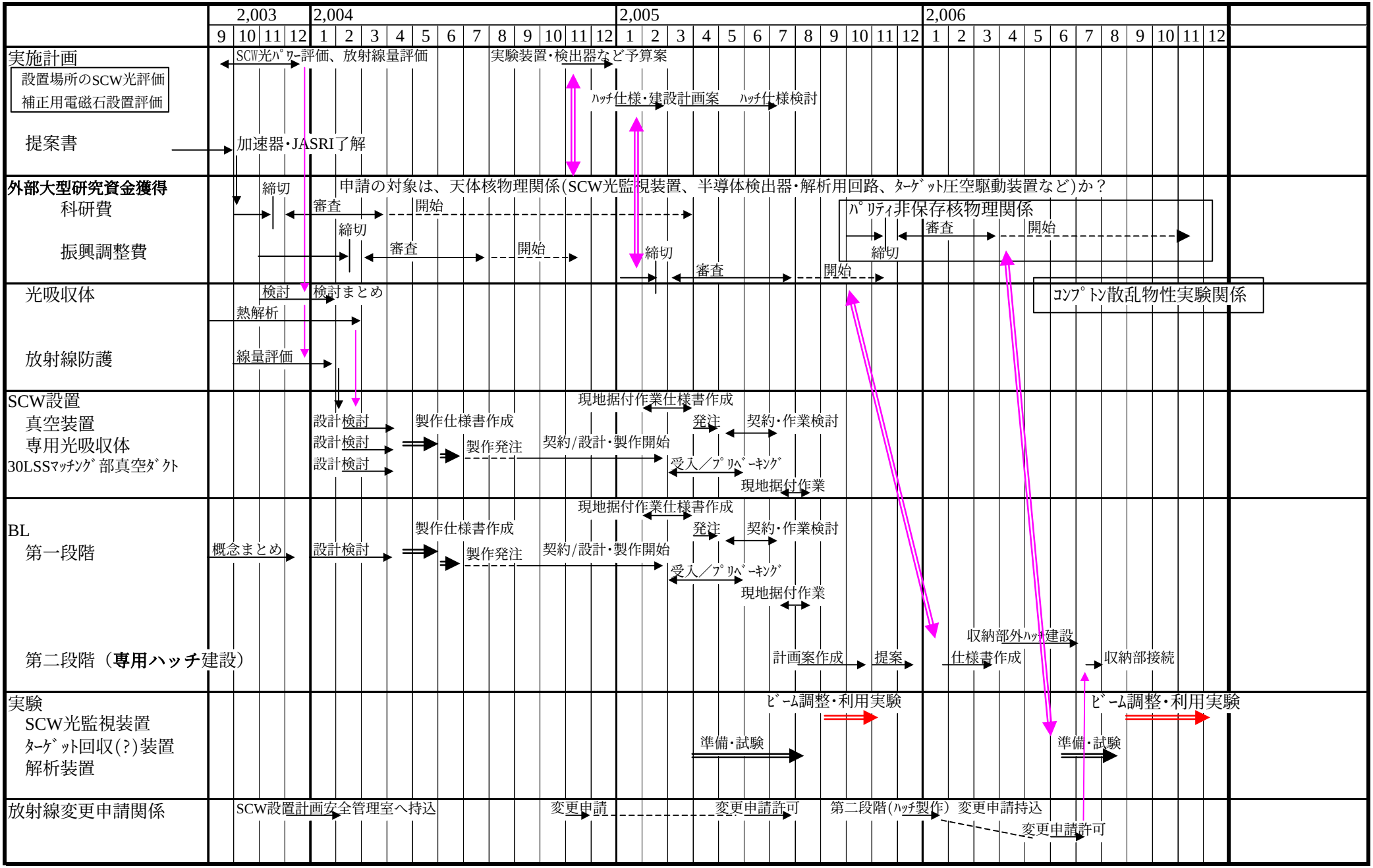


表2-2；概算

年次予算計画（2,003～2,006)

項目	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	項目毎合計(¥)
運転経費（*liq.* He;2回／年）		5,000,000	10,000,000	10,000,000			25,000,000
ﾘﾝｸﾞ設置費（真空槽を含む）					本格的利用実験開始		131,000,000
ﾘﾝｸﾞ接続真空槽･排気装置		50,000,000					
光吸収･遮蔽専用真空槽	1,000,000	30,000,000					
SCW移設･設置工事			40,000,000				
付帯設備工事			10,000,000				
BL真空装置					これ以降は、定常的な		70,000,000
収納部内FE･BL		30,000,000			実験費用としてここには		
収納部外BL（ﾋﾞｰﾑｼｬｯﾀ等含む）			40,000,000		記載しない。		
ﾊｯﾁ建設							300,000,000
第一実験ｽﾃｰｼｮﾝ			200,000,000				
第二実験ｽﾃｰｼｮﾝ				100,000,000			
天体核物理/光反応実験							64,000,000
照射装置（ﾀｰｹﾞｯﾄ装置、駆動装置)		30,000,000					
γ線検出器(Ge)		20,000,000					
ﾃﾞｰﾀ収集装置		10,000,000					
光核反応実験		2,000,000	2,000,000				
原子核ﾊﾟﾘﾃｨ非保存実験							92,000,000
γ線偏極方向切替装置		5,000,000	10,000,000				
γ線偏極測定器			5,000,000				
設置工事			5,000,000				
γ線検出器		30,000,000					
高速ﾃﾞｰﾀ収集装置		10,000,000	25,000,000				
ﾊﾟﾘﾃｨ非保存実験				2,000,000			
ｺﾝﾌﾟﾄﾝ散乱実験装置							144,000,000
高ｴﾈﾙｷﾞｰ放射光分光器				50,000,000			
測定用ｺﾞﾆｵﾒｰﾀ				50,000,000			
X線･電子線検出器				40,000,000			
ｺﾝﾌﾟﾄﾝ散乱実験				4,000,000			
建設･実験費用年度毎合計（¥）	1,000,000	222,000,000	347,000,000	256,000,000			826,000,000

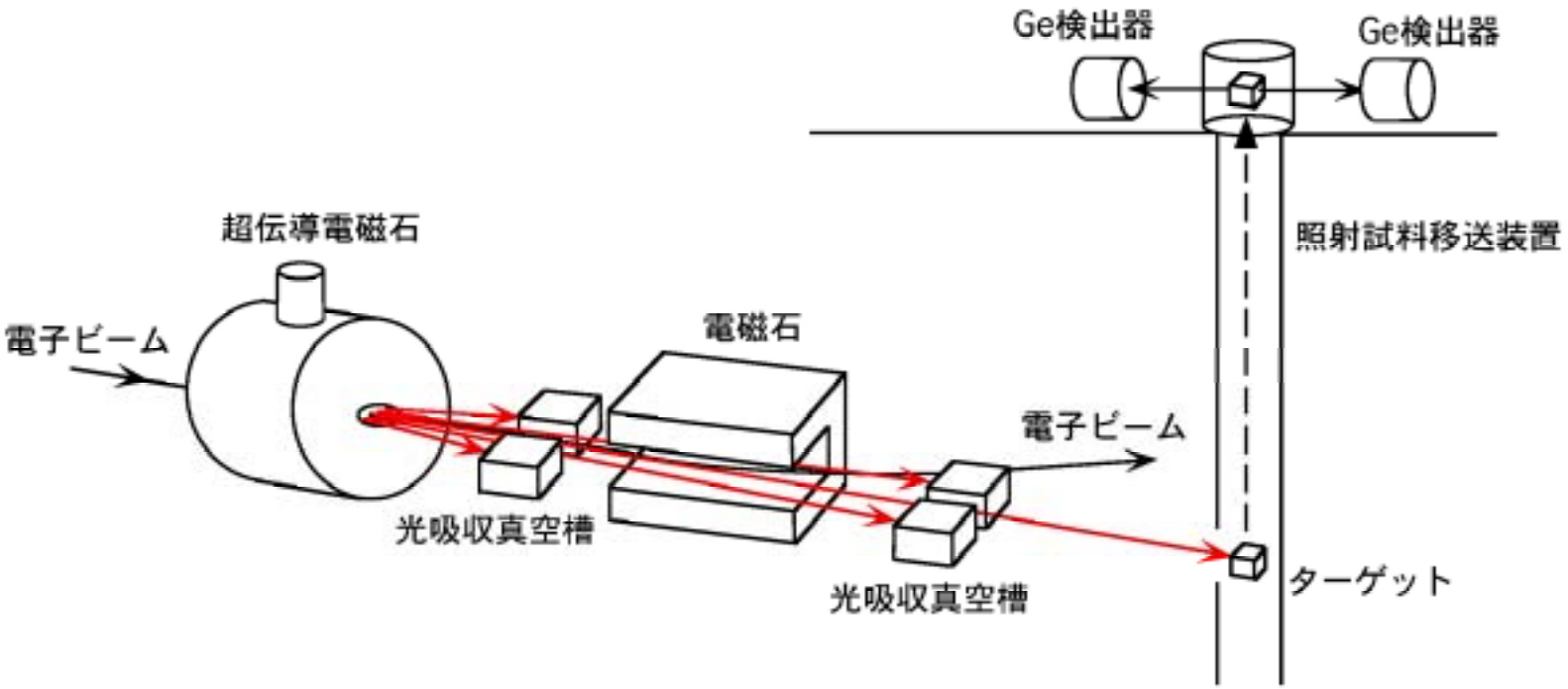


図１：天体核物理・光核反応実験（2005 年）

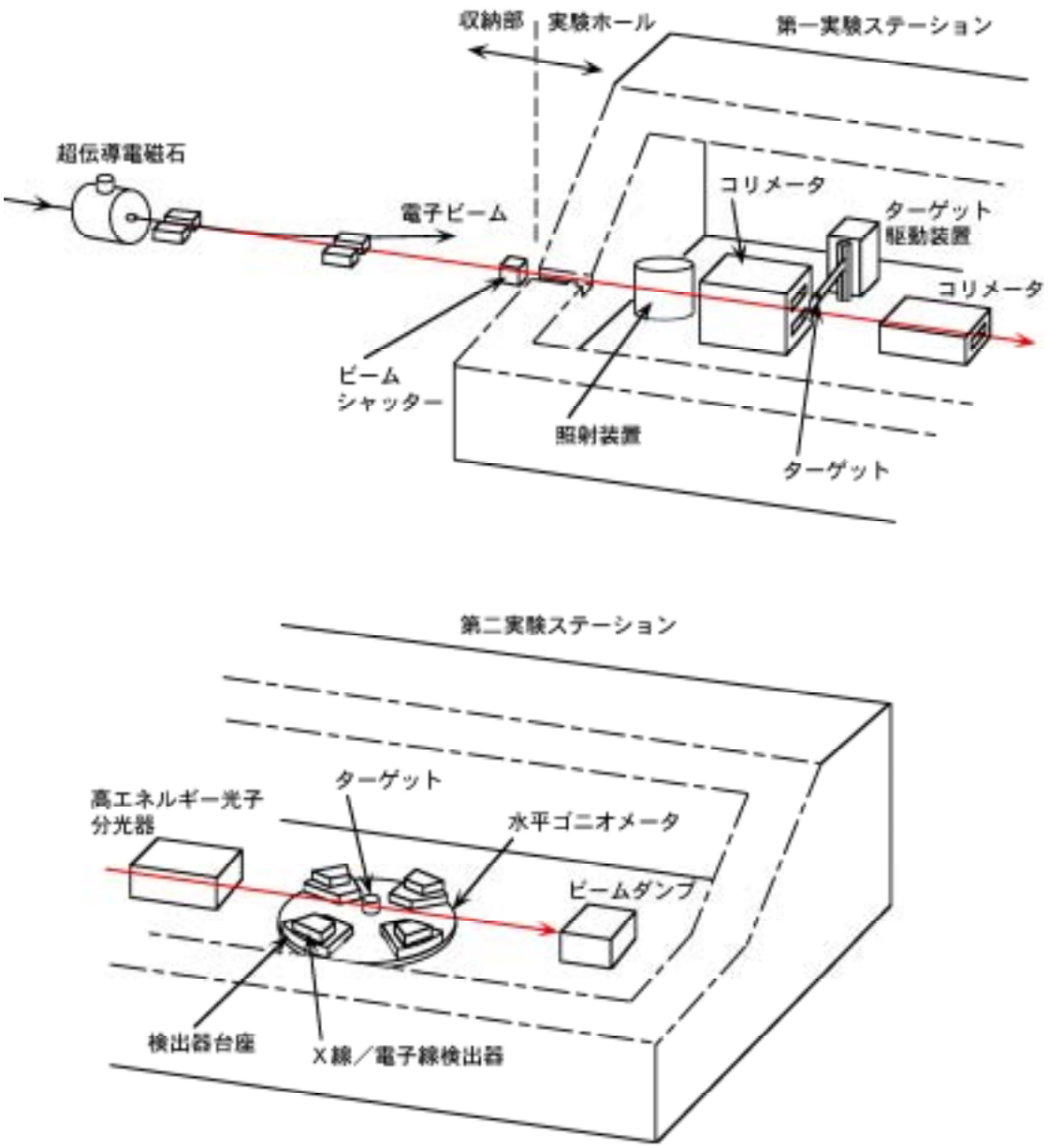


図２：実験ハッチ（2006 年）