

子力機器の場所、高温の熱流体と構造物間の連成解析を高精度で行うことが必要である。理研では、流体と固体にまたがる熱流体解析に取り組んでいる。

本年度は以下の2つのことを行った。

(i) 二次元固体流体連成熱流動解析プログラムの開発
有限要素法により流体固体を統一的に扱い、熱流動を解析するプログラムを開発し、テストを行った。

(ii) 原子炉熱交換機での起震力の解析

熱交換機上部の円弧状の曲管部分で、二次冷却水により振動が発生することが知られている。曲管の曲がり、流れが管にどうあたるかによって起震力がどう変化するかをシミュレーションで検討した。結果は、二次冷却水が真上に上がる流れでは曲管の曲がりのために起震力は発生しないが、曲管に垂直に流れが当たる場合には渦によって起震力が起こることが分かった。この曲管に垂直にあたるような流れが存在することは実験的に知られており、この流れを上に向くように変えれば振動が抑えられることを示唆している。

* 研究協力員

(7) アト秒パルスレーザー技術の開発および利用研究

代表研究者 緑川克美(レーザー物理工学研)
研究担当者: 緑川克美, 須田 亮, 長坂啓吾^{*1}, Nguyen Hong S.^{*1}, 王 鵬謙^{*1}, 河野弘幸^{*2}, Nurhuda M.^{*1}
(レーザー物理工学研)

原子物理・超高速科学現象の解明などの先端的研究を推進するための基盤技術として、アト秒パルスの発生と計測技術の確立を目的に研究を進めている。本年度は、アト秒パルスを発生させるための高強度フェムト秒レーザーの短パルス化を行った。希ガス充填中空ファイバー内での自己位相変調によるスペクトル広帯域化とその後の位相補償により、65 fs の入射パルスに対して 14 fs の出力パルスを得た。ポア径の大きな中空ファイバーおよびマルチパスセルを用いて圧縮パルスの高出力化を試みた。また、ガスジェットとガス充填中空ファイバー両用の高次高調波発生装置を製作し基礎実験を行った。さらに、真空紫外以下の短波長領域においてパルス幅計測が可能となる全反射型フリンジ分解自己相関計を新たに開発し、その動作実証を行うとともに、アト秒領域の時間分解能を有することを確かめた。

*1 共同研究員, *2 基礎科学特別研究員

RIビームファクトリー研究

RI Beam Factory Project

代表研究者 矢野安重

(RIビームファクトリー計画推進室)

1. RIビームファクトリー計画推進

研究担当者: 矢野安重, 久保敏幸, 若杉昌徳, 稲辺尚人 (RIビームファクトリー計画推進室); 後藤 彰, 大西純一, 上垣外修一, 福西暢尚, 奥野広樹, 坂本成彦 (加速器技術開発室); 加瀬昌之, 中川孝秀, 田辺敏也 (ビーム分配技術開発室); 池上九三男 (低温技術開発室); 片山武司, 渡辺環, 岡村昌宏 (ビーム物理工学研)

本研究では、大強度 RI ビームの発生を旨とした RI ビームファクトリー計画の、主に加速器の基本設計・技術開発を行っている。加速器(および関連装置)は、現有のリングサイクロトロン(RRC)のエネルギーを数倍増強する中間段リングサイクロトロン(IRC), 超電導リングサイクロトロン(SRC), RI ビーム生成分離装置(Big RIPS), およびその高エネルギー重イオンビームを使って作られた RI ビームを蓄積・冷却・加速・衝突させる一連の円形加速器群(MUSES)で構成される。

Big RIPS 用超電導四重極電磁石のプロトタイプ用磁場測定装置を製作した。MUSES 関係では、蓄積冷却リング ACR のラティス構造を確率冷却に最適化した設計変更を行い、その技術設計検討を行った。また、確率冷却 R&D としての電極システムの試験を HIMAC において継続しており、感度特性等を明らかにした。電子ビームクーラーの R&D は、ロシアの Dubna と共同で、カソードの長時間安定性試

験、およびソレノイド磁場の一様性の測定技術検討を行った。ACR で用いるスタッキング用フェライト RF キャビティ試験を行い、実際の周波数チューナーの設計ができた。ACR でのビームの入出射に用いる高速キッカー電磁石は、ほぼその性能を満足したが、フラットトップ部のリップルの低減が課題となっており、そのための改造試験を行っている。大強度パルス多価イオン源として開発中のレーザーイオン源では、Al(1~11 価)と C(1~6 価)ビームの生成と分離を行う一方で、RFQ への直接入射法によって高効率引き出し試験を行った。

また、国外より 7 人の専門家を招き、第 3 回技術検討委員会(TAC)を開催し、特に ACR の技術設計に関する評価を得た。

2. RIビームファクトリー整備

研究担当者: 矢野安重, 岡添 弘, 久保敏幸, 江本 隆, 若杉昌徳, 稲辺尚人, 徳岡治洋 (RIビームファクトリー計画推進室); 後藤 彰, 大西純一, 上垣外修一, 福西暢尚, 奥野広樹, 坂本成彦 (加速器技術開発室); 加瀬昌之, 中川孝秀, 田辺敏也, 伊藤祥子 (ビーム分配技術開発室); 池上九三男, 大竹政雄 (低温技術開発室); 上義義朋 (安全管理室)

本研究では、大強度 RI ビームの発生を旨とした RI ビー

ムファクトリーの建設を行う。

中間段リングサイクロトロンは、全体の製作が完了した。今後、セクター電磁石の磁場分布の精密測定を行う。超電導リングサイクロトロンは、セクター電磁石、RF共振器、入射・取り出し装置の詳細設計を引き続き行った。入射用超電導偏向電磁石はコイルの巻線を終え、ポール、ヨーク等の製作を行った。今後、全体の組立てを行う。また、RRC-IRC

間のビームトランスポート系の偏向電磁石・四極電磁石およびそれらの電源の製作を行った。

中間段リングサイクロトロン、超電導リングサイクロトロンおよび Big RIPS を収容する加速器棟の建設を開始した。面積約 $70 \times 70 \text{ m}^2$ 、深さ約 20 m の穴掘り作業を完了し、最下階の床のコンクリート打ちを行ったところである。

重イオン科学総合研究

Heavy Ion Science

1. 超重元素および新不安定同位元素の研究

代表研究者 矢野安重(加速器基盤研究部)

(1) 超重元素および新不安定同位元素の研究

研究担当者：森本幸司、谷畑勇夫、須田利美、Korcheninikov A., Kanungo R.*¹, 山口貴之*², 武内 聡*³, 鹿取謙二*⁴(RIビーム科学研); 森田浩介、加瀬昌之、趙 宇亮*¹, 工藤久昭*¹(ビーム分配技術開発室); 米田 晃*⁴(RIビームファクトリー計画推進室); 吉田 敦(放射線研)

重イオン入射による核融合反応研究のための中心的実験装置である、気体充填型反跳分離機(GARIS)をリングサイクロトロンの照射室からリニアックの照射室へ移設した。RIビームファクトリー計画の必要性から、従来のリニアックのすぐ下流に荷電多化器(CSM)と呼ばれる線形加速器が新たに設置されたがこの加速器CSMから得られるビームの最高エネルギーは核融合反応を行わせるために都合の良いものとなった。また、リニアックからリングサイクロトロンに至る長いビーム輸送システムをスキップすることができたために、これまで得られていたものよりも格段と強いビーム強度を期待できる。さらに2001年からの数年間、この加速器(リニアック+CSM)を占有的に使うことができる。この機会を利用し、生成確率の極端に小さい超重元素の合成実験を系統的に行うことができると予想される。

現在検出器の調製、大強度ビームに耐えうる標的の開発等が進行中である。

ロシアのフレロフ研究所との共同研究を進めている。理研リングサイクロトロンで開発した大立体角のシリコンテレスコープをフレロフ研究所に持ち込み、⁶Heを用いた超重水素⁵Hを探索し、これを発見した。

存在する可能性がある硼素としてはもっとも中性子の多い、²¹Bの探索を行った。結果として、この原子核は束縛状態としては存在しないことが分かった。

*¹ 共同研究員, *² 基礎科学特別研究員, *³ ジュニア・リサーチ・アソシエイト, *⁴ バイオストローク研究協力員

(2) 不安定同位元素のトレーサーとしての利用

研究担当者：矢野安重(加速器基盤研究部); 谷田貝文夫、榎本秀一、蛭沼利江子*¹, 柳谷隆宏*², 玉野春南*³, 楊永峰*³, 川村昌寛*⁴, 天野良平*⁵, 葉袋佳孝*⁵, 遠藤和

豊*⁵, 鈴木弘行*⁵, 高橋嘉夫*⁵, 姫野誠一郎*⁵, 矢永誠人*⁵, 高橋正昭*⁵, 南 武志*⁵, 末木啓介*⁵, 篠原 厚*⁵, 横山明彦*⁵, 柴田貞夫*⁵, 鈴木和夫*⁵, 桜井 弘*⁵, 小椋康光*⁵, 松本謙一郎*⁵, 岡本洋一*⁵, 内田滋夫*⁵, 田上恵子*⁵, 安井裕之*⁵, 武田厚司*⁵, 山崎峰夫*⁵, 中西由季子*⁵, 稲毛寛子*⁵, 鍋倉智裕*⁵, 中西友子*⁵, 古川 純*⁶, 五十嵐香織*⁶, 塩原大和*⁶, 畚野 純*⁶, 中山明弘*⁶, 吉田昭三*⁶, 辻 孝枝*⁶, 金山洋介*⁶, 藪下裕子*⁶, 大山拓也*⁶, 前津仁美*⁶, 吉田 努*⁶, 笈田多加史*⁶(ラジオアイソトープ技術室); 中原弘道*⁵, 本村信治*⁶, 郷農靖之*⁷, 旭 耕一郎(応用原子核物理研); 山口 勇, 有江 力, 能勢泰寛*², 曾雌隆行*³(微生物制御研)

マルチトレーサーを用いた応用研究としては本年度も、生物学、医学領域が多い。代表的な成果を上げると、ラットにおける各種微量元素の胎盤透過性に関しては、胎生12, 14, 16, 18, 20日の各胎児、または出生後1日の新生児および胎盤の微量元素の蓄積性の違いを明らかにした。また、セレン欠乏状態にあるラットのヒ素蓄積性の亢進に関するメカニズムを解明する研究を推進した。さらに、脳腫瘍モデルラットにおける各種元素の腫瘍蓄積性を調べ、亜鉛およびマンガンの腫瘍蓄積性を明らかにし、脳腫瘍診断および治療に対する臨床応用の可能性を示唆した。また、マウス線維芽細胞由来のカドミウム耐性細胞(Cd-rB5)の有するカドミウムとマンガンの取込み系に関する研究では、アフリカツメガエル卵母細胞を利用して、輸送系のタンパク質の再構成の研究に着手した。ほかにも、バナジウム錯体化合物の糖尿病治療薬(血糖降下作用)の臨床応用を目指した基礎研究、新規放射性医薬品の創薬、遺伝子変異植物における微量元素の取り込み機構に関する研究などが推進された。

*¹ マルチトレーサー研究協力員, *² 基礎科学特別研究員, *³ 協力研究員, *⁴ 業務嘱託, *⁵ 共同研究員, *⁶ 研修生, *⁷ 客員主管研究員

(3) 不安定原子核をプローブとした凝縮系の研究

研究担当者：小林義男、上野秀樹、佐藤 涉*¹, 岡田卓也*², 久保謙哉*², 山田康洋*², 栄長泰明*², 小川博嗣*², 浅井吉蔵*², 那須三郎*², 勝又啓一*³, 宮崎 淳*³,