

T H E R M A L H Y D R A U L I C S

AESJ-THD NEWSLETTER NO.21 April 30, 1998

原子力学会熱流動部会長に就任して

芹澤 昭示 (京都大学)



この度はからずも、柘植綾夫前部会長の後を継ぎ、熱流動部会長に就任することになりました。歴代の部会長が皆様大変立派な先生方であり、本部会の発展に大きく貢献されてきたことを思いますと、浅学・未熟な私には大変な重責であり、身のひき締まる思いであります。これからどのように部会の発展に寄与できるのか、正直目下思案しているところです。幸い、副部会長には経験豊かな原子力技術機構の内藤正則氏をお迎えし、また、各委員会の委員長、委員には第一線でご活躍中の有能な方々がつかれ、加えて歴代の委員の方々のご努力のお陰もあって部会運営が大変スムーズに行われております。ひとまず、ほっと息を吐いているところです。会員の皆様のご指導と、ご鞭撻、そしてご支援を賜りますよう切にお願い申し上げます次第です。

考えてみますと、私自信が日本原子力学会にお世話になってから既に30年近くの歳月が流れ、原子力を取り巻く環境は当時と比べ、大きく変化いたしました。当時は原子力が成人式を迎えたばかりの若者のようであり、人々の大きな期待を一心に背負い、夢のような大きな発展と活躍を約束されていた時代とも言えるのかも知れません。いまや原子力発電は日本の総発電量の3分の1近くを占めるに至り、私たちの日常生活の中では「一家の主(あるじ)」として大きな存在となっています。その間に築き上げてきた豊かな経験と実績が大きな自信であった筈ですが、「家庭」が安定するにつれ、「家族」の

目には「一家の主」の欠点が気になる存在となり始めました。そして、技術の開発や発展のあり方、社会の在り方、そして人生そのものに対する考え方を、新しい社会に適合させる必要が生じました。そのための自らの努力が再び「主」に要求されるようになったのです。いまの原子力はまさにこのような状況に置かれているのではないかと感じております。30年前には若者だった私自身も、同じように、自分自身を改めて問い直さなければならぬ年齢になってしまっていることに気付き、愕然としております。

熱流動部会は「原子力」という「主」の数ある仕事の中でも最も重要な、システムの安全性やプラント性能に関わる研究や技術開発に携わる研究者、技術者の集団そのものであり、このことを考えますと、本部会の活動や在り方そのものが社会に大きな責任を持っていると言えるのではないのでしょうか。先般の熱流動部会総会における挨拶で内藤副部会長が、産業界と大学等における研究が原子力技術開発の両輪であるが、どうもその両者の連携が必ずしも理想的な形で動いていないのではないかと、熱流動部会がマッチメーカー的な機能を果たしたらどうか、という趣旨の発言をされました。私も日ごろより同じ思いを抱いており、相互インパクトの重要性を感じております。幸い本部会内に幾つかの研究会もあり、既に成果を挙げておられる面もありますが、今後とも広く研究者、技術者から積極的な問題提起を頂き、研究交流活動や調査研究を行うことが必要かも知れません。また、関連他学会とのバランスのとれた交流も、本部会の一層の発展に貢献できるのではないかと考えます。本年度は出版計画も進むように聞いております。また、本年10月には日韓の原子力学会主催、熱流動部会共催、原子力産業会議協賛で初めての「原子力熱流動・安全性に関する日韓シンポジウム」の韓国プサンでの開催が予定されています。日本側からは秋山 守先生がhonorary chair、佐藤泰生先生がgeneral chairとして準備が進められています。会員の方々の積極的な参加を期待しております。

最後に、部会の皆様からの一層のご支援とご協力を切にお願い申し上げます次第です。

研究室紹介

(株)東芝 原子力技術研究所 機械・炉システム技術担当

清水 武司



正門から見た(株)東芝 原子力技術研究所(浮島地区)。研究所の裏は多摩川を隔てて羽田空港、正面道路は東京湾アクアラインにつながる。所内には桜の木が多く植えられ、満開の時期にはお花見が楽しめる。写真正面玄関は「男女7人夏物語」の撮影舞台ともなった。工場地帯の中にあっても自然が感じられる研究所である。

1. はじめに

東芝は、原子力の広範な分野における研究開発を原子力技術研究所を中心として推進している。実用化されている原子力発電プラント(軽水炉)のみならず、高速増殖炉、核融合炉、ウラン濃縮、核燃料サイクル等について、原子力技術研究所は礫子エンジニアリングセンター等の設計・技術部門や社内の他の関連研究所等と一体となり、国や電力会社とも協力しつつ、原子力プラントの信頼性や安全性、経済性の向上を重点目標として技術開発を進めている。

原子力技術研究所はプラントの開発に必要な様々な分野の技術開発を担当するグループが、実験や解析を通して基盤技術、革新技術の開発を目指している。

我々の所属する機械・炉システム技術担当のグループでは各種原子炉構成機器の研究開発、将来機器システムの研究開発およびシステム動特性・安定性の研究、耐震、免震・制振技術の研究と関連機器の研究開発、原子炉保全技術の研究開発と極めて広範囲の研究分野を担当しており、実験と解析の協力体制の基に研究開発を推進している。

原子炉機器の研究開発では機器開発に必要な熱流動現象、流力振動現象を把握するために各種水流動試験を行っている。またコンピュータを利用した数値シミュレーションを実験支援および新型機器の設計研究に活用するとともに、予測精度向上を目指して新しい数値解析手法の開発研究を進めている。将来機器システムでは、混合媒体サイクルを利用した熱交換システムなどの研究を進めている。耐震、免震・制振技術に関しては、制振装置への磁気利用技術の研究、3次元免震装置の研究および関連機器の研究開発などを行っている。後出の並列計算機 SP2 は開発した3次元免震床上に設置されている。

原子炉保全関連の研究では、点検ロボットの研究開発、廃炉技術開発の一環として放射線計測の自動化機器の

研究開発などを行っている。

これらの研究開発には熱流動解析、構造解析などの数値シミュレーション技術が幅広く利用されているが、近年の計算機性能の急速な向上により、実験だけでは現象把握が難しい複雑現象を数値シミュレーションの支援により解明することも期待できるようになり、当研究所においても光通信を利用した高速ネットワーク網を基盤として高度な計算機利用環境の整備を進めている。当グループでは、このネットワーク網を利用して基盤技術として熱流動数値予測技術の高度化および大規模複雑現象への適用と境界分野の解析技術の研究を進めている。以下に我々の計算機利用環境と数値シミュレーションに関する研究概要を紹介する。

2. 計算機利用環境

東芝では、全社的な見地から技術開発用コンピュータの配備と、それらの高度な統合化を支える大規模ネットワークの構築を進めている。原子力技術研究所ではこのネットワーク網に繋がる光通信を利用した所内 LAN を基盤とした計算機利用環境を整備している。スーパーコンピュータ CRAY をはじめとする全社共同利用のセンターホストコンピュータ群は、大規模かつ高速性の計算が必要とされる研究・開発業務に利用している。当研究所内には並列計算機 SP2 をはじめとするローカルホストコンピュータ群が置かれ、研究所固有のニーズに応じた研究・開発業務に利用している。研究者は所内 LAN に繋がったエンジニアリングワークステーションや高機能パソコン、また共用のグラフィックワークステーション等から各ホストコンピュータ群に接続利用するとともに、解析結果の可視化を行うことができる。

3. 研究開発概要

熱流動解析のトピックス的なものと、熱流動との境

界分野の問題として電磁場、構造などとの連成現象を対象とした数値解析手法の研究開発について紹介する。

3.1 並列処理技術の研究開発

近年、熱流動解析では2次元から3次元へ、更に詳細な解析へと計算の大規模化の要求が強まっており、これに対応すべく単純に格子分割数を増やしたのでは実用的な計算時間で解を得ることが困難になりつつある。これまでネットワーク上のEWSを並列に動作させるユーザ・インターフェースなどの研究開発も行ってきたが、現在はベクトル・並列計算機などのハイパフォーマンス・コンピュータに注目している。特に、並列度の高い超並列計算機は、劇的な計算速度の向上をもたらす可能性を秘めており、将来の数値解析を考える上で非常に重要と考える。我々は大規模計算の高速化を進めることにより高精度解析を実現するため、ソフトウェア（解析手法の高度化）+ハードウェア（並列化効率の向上による高速化）の両面から研究を進めている。並列化効率の向上の一例として前処理にウェーブレットを応用した新しい行列解法(IDWTG法)をはじめ、従来解法の並列化アルゴリズムの研究開発を行っている。

これらの技術は、多次元熱流動解析をはじめ各種解析に応用している。

3.2 新しい熱流動数値解析手法の研究開発

複雑形状流路における熱流動解析手法としては有限要素法をはじめ、境界適合型座標系を使用した差分法が利用されている。これら手法は格子生成に工夫が必要であり、精度良い解析を行うためにはかなりの経験的知識が必要となる。この問題を解決する方策として解析領域内に任意に計算点を配置するメッシュフリー手法があるが、従来のメッシュフリー手法は輸送が卓越した現象に対しては十分な安定性が得られず高精度化が困難であった。このため新たに数値粘性が少なく、安定なメッシュフリー手法(CIVA法)を開発した。この手法は三角形(四面体)を基本とするCIP型補間法を採用し、ランダムな計算点に対しても安定性で高精度な解析が行える。高ペクレ数 $Pe=10^6$ の2次元移流拡散問題に対して規則格子による3次精度風上差分法と同程度の精度で安定な解が得られている。現在実用化に向けた研究開発を進めている。

3.3 流体・構造連成振動解析技術の研究開発

冷却水に晒される原子炉構成機器では、外部からの明確な励振源による振動の他に、流れに起因する流力振動現象を避けることが構造健全性を確保する観点から重要である。流力振動の励振源は流動変動であり、流路形状に応じて複雑に変わることから予測の難しい現象である。従来は実証試験が行われてきたが、試験の経済的コストを低減させるために試験を補完できる流体・構造連成解析手法の研究開発を進めており、振動メカニズム解明にも活用していく計画である。ここ

では、複雑形状流路を扱うために有限要素法を、また構造振動に同期するロックインと呼ばれる流動変動現象を扱うため、構造境界の移動を考慮できるALE(Arbitrary Lagrangian-Eulerian)手法を採用している。単管インライン強制振動試験でロックイン時に観測された交番型、対称型、千鳥型の渦放出パターンを予測できた。

3.4 FBR機器、燃料の熱流動解析技術の研究開発

サーマルストライピングの予測にLES(Large Eddy Simulation)手法の適用など、現象に応じて適合した解析手法の開発も進めている。燃料集合体の複雑流路内熱流動解析には、従来主流であったサブチャンネル解析手法に替えてポラスボディ近似の多次元熱流動解析コードを使用し、ワイヤスペース効果を考慮できるように工夫した格子分割モデルを採用し、実験と比較して良好な解析結果を得ている。この手法のメリットは、低流量から高流量まで、過渡的な事象を含め、ひとつのコードで取り扱うことができることである。

3.5 電磁流体解析技術の研究開発

高速炉用ALIP(Annular Linear Induction Pump)型の電磁ポンプでは、端効果と呼ばれるポンプ効率に大きな影響を与える渦電流に起因する電磁気現象などが問題となる。流動と電磁場解析を結合し有限要素法を使用した連成解析手法を開発している。また、Na用電磁流量計では3次元誘導磁場解析手法を開発している。これら機器の開発にはNa中試験が必要であるが、この試験は経済的コストが高く、頻繁には行うことができないため、数値シミュレーション技術を設計研究に活用している。

4. おわりに

以上当グループに関連した数値シミュレーション技術開発について紹介したが、当研究所では軽水炉炉心熱流動解析技術、炉心安全解析技術の研究開発も進められている。この中では粒子的手法などメソスコピックな解析手法を2相流に拡張し、とくに流動様式や、相間摩擦を従来の実験式に代わって生成することを目標とした斬新な研究も行われている。

また、開発した手法についてはGAMM、IAHR等の国際ベンチマーク他、国内のベンチマークに参加し他の手法との比較検討を行うことにより手法改良を進めている。

このように計算科学として一分野を占めるようになってきたコンピュータシミュレーションを有効活用することにより研究効率の向上、技術開発の加速等の効果が期待できる。このような観点から今後引き続き様々な分野についてシミュレーション技術の高度化開発を積極的に進めていく。

熱流動部会総会報告

熱流動部会第10回会員総会議事録

- 1.日時：平成10年3月26日(木)12時～13時
- 2.場所：日本原子力学会1998年春の年会
H会場(近畿大学)

3.配布資料：

- (1) 第9回会員総会議事録
- (2) 平成10年度役員、実行委員候補者一覧
- (3) 平成9年度収支報告
- (4) 広報委員会活動報告
- (5) ニュースレターのwwwによる公開についての資料
- (6) 研究委員会報告
- (7) 「核熱水力安定性」研究専門委員会設立申請書
- (8) 出版編集委員会報告
- (9) 企画委員会報告
- (10) 国際会議カレンダー

4.議事：

- (1) 平成9年度部会長挨拶
柘植部会長より、平成9年度の熱流動部会は原子力学会の中でも特に活発な部会として活動を行い高い評価を受けたことの報告があり、役員、実行委員、部会会員の積極的な協力に対して謝意が述べられた。
- (2) 前回議事録確認
第9回会員総会の議事録(配布資料)について説明がありました。
- (3) 平成10年度役員、実行委員選任
平成10年度役員、実行委員候補者について配付資料に基づき提案があり、原案通り承認された。また、各実行委員会委員については委員長の判断より適宜追加選任する事が了承された。

平成10年度役員(敬称略)

部会長 芹澤昭示(京大) 平成10年度まで
副部会長 内藤正則(原子力機構) 平成11年度部会長
幹事

片岡 勲(阪大、総務) 平成10年度まで
岡本孝司(東大、広報) 平成10年度まで
師岡慎一(東芝、研究) 平成10年度まで
望月弘保(PESCO、国際) 平成10年度まで
渡辺 正(原研、企画) 平成11年度まで
富山明男(神戸大、出版編集) 平成11年度まで
岩重健吾(日立、広報副) 平成11年度広報委員長

平成10年度実行委員会(敬称略)

総務委員会 片岡 勲(阪大)、古賀智成(電中研)、
秋本 肇(原研)

広報委員会 岡本孝司(東大)、岩重健吾(日立)、
田中伸厚(東芝)
研究委員会 師岡慎一(東芝)、富山明男(神戸大)、
姉川尚史(東電)、小泉安郎(工学院大)、
秋本 肇(原研)、堀慶一(三菱)、
西田浩二(日立)
国際委員会 望月弘保(PESCO)、杉本 純(原研)、
久木田豊(名大)、山口 彰(動燃)、
高橋 実(東工大)
企画委員会 渡辺 正(原研)、阿部 豊(山形大)、
田中伸厚(東芝)、日引 俊(京大)、
藤井貞夫(川重)
出版編集委員会 富山明男(神戸大)、森 治嗣(東電)、
杉山憲一郎(北大)

- (4) 平成10年度部会長、副部会長挨拶
芹澤平成10年度部会長より、前年度の活発な活動を引き継ぎ、本年度も活発な活動を行いたく、役員、実行委員、部会会員各位の積極的な協力をお願いしたい旨の挨拶があった。

内藤平成10年度副部会長より、芹澤部会長を補佐して部会の活動の活性化に努力したいこと、並びに原子力開発の両輪である実用研究と基礎研究の連携に熱流動部会が役立ちたい旨の挨拶があった。

- (5) 委員会報告

総務委員会より配布資料に基づき平成9年度熱流動部会の収支報告行われ了承された。熱流動部会からのNURETH-8への協賛金についてはNURETH-8の収支状況に応じて適宜熱流動部会への還元を図ってはとの提案があり、運営委員会にてNURETH-8事務局と協議することとなった。

広報委員会より、平成9年度4号のニュースレター(17～20号)を発行したこと及びその内容について報告があった。また、大先輩のエッセーについては9年度は海外の方にお願ひできなかったが10年度に検討する旨の報告があった。また、ニュースレターの内容を熱流動部会ホームページでWWWにより公開することについて配付資料に基づき説明、提案があり承認された。これに関して学生アルバイト等の経費がかかる場合には部会より適宜補助を行うことが了承された。

研究委員会より筑波大学成合英樹教授から「核熱水力安定性」研究専門委員会を炉物理部会と合同で設置したい旨の提案があったことが報告され、委員会の設立申請書(案)(資料配付)について成合教授より説明が行われた。熱流動部会より活動費として10万円を補助する事、炉物理部会の承認が得られない場合には、熱流動部会から単独で申請することも含め提案が承認され、企画委員会(担当片岡企画委員)へ提案することとした。また、委員候補について、部会会員より自薦、他薦してもらいたい旨の依頼があった。

また「原子力発電所の経済性と熱流動(仮題)」

研究委員会については現在、実施内容、趣意書作成、委員の人選を研究委員会にて検討中であり平成10年度中の立ち上げを目指している旨の報告があった。

国際委員会より、今後の国際会議についてのアナウンスが国際会議カレンダー（資料配付）に基づいて行われた。また、国際会議カレンダーがどの程度部会会員役立っているかご意見を寄せていただきたい旨の依頼があった。これに関連して来年度東京で開催のICONE - 7への論文投稿の勧誘があった。

企画委員会より、並列プログラミング講習会を1998年3月16日に原研計算科学推進センターとの共催により開催し11名の参加があったことが報告された。また今後の講習会のニーズについて意見を戴きたい旨の依頼があった。また平成10年度には特に若い世代の人が興味を持つようなセミナーや行事を企画したい旨の計画が述べられた。

出版編集委員会より、配付資料に基づき原子力学会誌の記事として6件が掲載された旨の報告があり、部会会員の協力について謝意が述べられた。また「気液二相流数値解析」の出版については有富東工大教授を主査として2回のワーキンググループが開催され目次、内容、担当者の調整が行われたとの報告があった。平成10年度の活動予定としては「気液二相流数値解析」の出版（平成11年3月頃）、6件の学会誌投稿を計画中との報告があり、そのほかの記事の提案を積極的にお願しいたい旨の依頼があった。

また学会の編集委員会の報告として、国際会議の論文集を学会名で出すことについての編集委員会WGの答申案が大筋了承され、理事会で検討される予定であること、論文査読のあり方についても編集委員会WGで問題点の整理と対策の検討を行っていること、また入会申し込み、論文投稿と、学会発表の分野の統一については編集、企画両委員会の合同の見直しが行われ、理事会に諮った後秋の大会より新分野で募集する予定であること、会員の増強策については企画委員会のキャンペーンタスクの提案を基に編集、企画両委員会合同で具体策を検討する予定である旨の報告があった。

- (6) 日韓の原子炉熱流動に関するセミナーについて
芹澤部会長より、運営委員会、会員総会に提案し了承された日韓の原子炉熱流動に関するセミナーについては佐藤熊本大学教授をオーガナイザーとして10月の日韓流体工学合同会議に引き続いて韓国にて開催する予定で計画を進めており、次号のニューズレターにて詳細について案内する旨の報告がありました。

日本原子力学会・熱流動部会
第10回運営委員会議事録

- 日時：平成10年1月29日（木）18:00～20:00
- 場所：明宏ビル1階C会議室（新橋東新ビル向かい）
- 出席者： 柘植部会長（三菱重工）、芹澤副部会長（京大）、家田委員（広報、動燃）、岡本委員（広報副、東大）、望月委員（国際、PESCO）、片岡委員（総務、京大）
欠席： 大橋委員（企画、東大）、佐藤委員（出版編集、動燃）、師岡委員（研究、東芝）
- 議事：
 - 前回議事録確認
前回（第9回）運営委員会議事録並びに第9回会員総会議事録を確認し一部誤字を修正の上これを了承した。
 - 次期運営委員候補選任
次期副部会長（平成11年度部会長）候補として（財）原子力発電技術機構内藤正則高度解析システム部長が推薦され了承された。内藤部長には柘植部会長並びに芹澤副部会長よりご就任を依頼していただくこととなった。次期広報副委員長（平成11年度広報委員長）候補として、日立の岩重健吾氏、次期企画委員長候補として原研の渡辺正氏、次期出版編集委員長候補として神戸大学の富山明男助教授がそれぞれ推薦され了承された。また、次期総務委員会委員として原研の秋本肇氏に平成11年度からの総務委員長候補としてご就任戴き、あわせて熱流動部会からの原子力学会企画委員に推薦する事が了承された。また、国際委員会委員として名古屋大学久木田豊教授に平成11年度からの国際委員長候補として新たにご就任戴くことが了承された。各実行委員会委員は新委員長により適宜候補者をご推薦戴き、役員候補者とともに会員総会に諮り承認を受けることとなった。
 - 平成9年度収支中間報告
第10回会員総会で数値の誤りが指摘された平成9年度中間収支報告を訂正したものが報告され了承された。なお、この訂正したものはニューズレター20号とともに会員に配布してある旨の報告がなされた。
 - 春の年会企画案
原子力学会1998年春の年会部会企画セッションとして「原子炉熱流動における最近の二相流計測について（非接触を中心として）」と題して下記の6件の講演を行うことが報告され了承された。
3月26日（木）13:00～15:00、H会場、座長：
柘植 綾雄（熱流動部会部会長、三菱重工）
気液二相流の非接触計測法の現状について
芹澤 昭示（京都大学）
中性子ラジオグラフィを用いた気液二相流の計測
三島 嘉一郎（京都大学）

NMRを用いた気液二相流計測
文字 秀明(筑波大)、松井剛一(筑波大)、巨瀬勝美(筑波大)
気泡及び液滴流の計測技術
西田 浩二(日立)、隅田 勲(中部工大)、坂井臣司(岐阜大)、田中一也(岐阜大)
非定常状態でのボイド率測定
師岡 慎一(東芝)
超高速X線CTスキャナによる気液二相流ボイド分布変動計測
堀 慶一(三菱重工)

(5) 各実行委員会報告

出版編集委員会報告

配付資料に基づき平成9年度活動報告及び10年度活動予定につき説明があった。「気液二相流数値解析」の出版については有富東工大教授を主査としてワーキンググループが設立されたことの報告があり、設立趣意書(配付資料)に基づき活動内容が報告された。出版社等を検討中であること、監修者としてエネ総研の秋山理事長に加わって戴く予定であることが報告され了承された。また原子力学会誌の記事として5件が掲載された旨の報告があり、今後とも部会会員の協力をお願いしたい旨の依頼があった。

平成10年度の活動予定としては「気液二相流数値解析」の出版(平成11年3月頃)、6件の学会誌投稿を計画中との報告があり、そのほかの記事の提案を積極的にお願いしたい旨の依頼があった。

また学会の編集委員会の報告として、国際会議の論文集を学会名で出すことについての編集委員会WGで前向きに対応する方向で検討中であることが報告された。これに関して熱流動部会としても支持する方向であるが、論文のオリジナリティーや著作権の問題等慎重に検討していただくよう学会に部会からの意見として伝えていただくことと

した。また論文査読のあり方についても編集委員会WGで問題点の整理と対策の検討を行っていること、また入会申し込み、論文投稿と、学会発表の分野の統一については編集、企画両委員会の合同の見直しを検討中であること、会員の増強策については企画委員会のキャンペーンタスクの提案を基に編集、企画両委員会合同で具体策を検討する予定である旨の報告があった。

広報委員会報告

家田委員長より配付資料に基づき説明があった。本年度4号のニュースレター(17~20号)を発行済みでありその概要について説明があった。また平成10年度の21号の準備を進めており4月30日発行予定である旨の報告があった。また大先輩のエッセーを海外の方をお願いする事を来年度への申し送り事項とした旨の報告があった。

国際委員会報告

望月委員長より国際会議カレンダーについて杉本委員と連絡をとり、ニュースレターの記事として広報委員会に送付する予定である旨の報告があった。

(6) 日韓の原子炉熱流動に関するセミナーについて

芹澤副部長より、原子炉熱流動に関する日本と韓国のジョイントセミナーについての計画の概要が報告された(資料配付)。財政的な面、時期、場所等について韓国側と協議中であることが報告された。時期についてはICONE-7との関連を考へることが指摘され、今後さらに検討を進めていくこととなった。

(7) 部長挨拶

柘植部会長より本年度の熱流動部会の活動は活発であり原子力学会でも高く評価されており、役員、実行委員会委員、部会会員の協力に感謝するとともに来年度は芹澤部会長、内藤副部長を中心により一層の発展を期待する旨の挨拶があった。

委員会等報告

第2回「シビアアクシデント熱流動現象評価」
特別専門委員会議事録

1. 日時：平成9年12月10日(水) 13:30~17:00
2. 場所：原子力発電技術機構第1会議室
3. 出席者：成合(筑波大)、神永(茨大)、片岡(阪大)、杉山(北大)、杉本(原研)、長坂(原子力機構)、吉澤(東工大)、菊池(広大)、門出(佐賀大)、綾(船研)、安濃田(原研)、古谷(電中研)、加藤、渡部、岡田(原子力機構)、富岡(東電)、米林(関電)、鈴木(原電河合代理)、石黒(電源開発)、岡部、堀(三菱重工)、秋永、横堀(東芝)、佐藤(日立)、馬場(原燃工)

4. 配付資料：

- 2-1 第1回「シビアアクシデント熱流動現象評価」特別専門委員会議事録(案)
- 2-2 MELCORの下部プレナムデブリ冷却モデルについて(2)
- 2-3 格納容器設計に関する民間自主基準案の検討について
- 2-4 安全裕度確認条件に関する文案

5. 議事：

- (1) 前回議事録の確認
前回議事録(資料2-1)の確認を行い、了承された。
- (2) MELCORの下部プレナムデブリ冷却モデルについて
MELCORの下部プレナム内デブリ冷却モデルについて長坂幹事より資料2-2により第二回目の説

明がなされた。今回の内容は下部プレナム内での各種伝熱モデル、落下デブリのクエンチモデル、金属の酸化モデル、下部ヘッド破損時の冷却材とデブリの落下モデル及びペネトレーション破損口拡大モデルである。MELCORでは炉心から下部プレナムへの落下デブリとしては粒子状デブリ（直径1-2.5cm）を想定しており、落下デブリによる水蒸気の発生量は非常に大きく、圧カスパイクが発生する。炉心から落下したデブリは粒子状デブリとして順次下部プレナムに堆積する。デブリベッドの冷却には簡易沸騰曲線が適用されており、その上限はリピンスキーのドライアウト熱流束で制限されている。MELCORのCORパッケージでは圧力容器外部冠水時の熱の流れが適切に模擬されていないため、外部冠水冷却は評価できない。今回は、外部冠水冷却評価のためにつけ加えられたBHバージョンを説明する予定である。

- (3) 民間における格納容器設計基準作成の活動状況
富岡委員より、シビアアクシデントを考慮した格納容器設計に関する民間自主基準の作成状況について紹介があった。（財）原子力安全研究協会内に「格納容器設計基準調査専門委員会」（委員長：近藤東大教授）を設置し、今年度末を目途に作成中である。基準案は確率論的安全評価（PSA）にて確認すべき事項と決定論的安全評価にて確認すべき事項（安全裕度確認条件）からなっている。PSAにて確認すべき事項は現在検討中だが、格納容器の性能として「環境への大規模な放射性物質の放出が合理的に排除されること」を目標とし、発生頻度に応じた核種別の放出制限値及び格納容器の機械的要求等を要求事項としてまとめる予定である。また、安全裕度確認条件は、設計基準事象にて設計された格納容器がシビアアクシデントに対しても安全裕度があることを確認するための条件であり、各シビアアクシデント事象別に、評価のための前提条件、判断めやす、それらの解説などがまとめられている。

6. その他
次回は1月16日（金）に開催する。

第7回「原子炉熱流動の微視的シミュレーション」
研究専門委員会議事録

1. 日時：平成10年1月19日（月）13:30 - 17:00
2. 場所：動燃事業団・本社会議室
3. 出席者：二ノ方（東工大）、青木（東工大）、村松（動燃）、越塚（東大）、大川（日本総研、常時参加）、湊（日立）、大貫（原研）、尹（東大）、滝沢（東京電力）、堺（東大）、藤井（川重）、渡辺（原研）、畑中（動燃）、守田（動燃）、澤田（東工大）、大平（動燃）（16名）

4. 配布資料：
(1) 第6回「原子炉熱流動の微視的シミュレーション」

「研究専門委員会議事録

- (2) 講演内容に関する資料
・非圧縮性気液二相流解析システム基盤技術の開発
・不均質岩盤中の地下水流れ及び物質移動に関するモデル開発
・高速炉安全解析における多相流多成分熱流動現象のモデル化手法
・STATUS AND ACHEIVEMENT OF ASSESSMENT PROGRAM FOR SIMMER-III,
A MULTIPHASE, MULTICOMPONENT CODE FOR LMFR SAFETY ANALYSIS

5. 議事：

- (1) 前回議事録の確認
(2) 講演1 「気液二相流解析コードシステムの開発」
湊 昭彦委員（日立）
二流体モデル法、VOF法、準粒子法から構成される非圧縮性二相流解析システムの概略が説明され、それぞれの特長と適用性が示された。有限体積法をベースとして、移流項に最小限の数値拡散を導入してアンダーシュートとオーバーシュートを抑制している。二流体モデル法による水プールへの空気流入現象、VOF法による液滴落下、準粒子法による液塊落下の解析例が示され、現象を定性的に良く再現する結果が得られた。
この講演に関して以下の質疑応答があった。
Q. 準粒子法では、計算するうちにマーカーが流体上で初期に定義した位置からずれてくるのではないか。
A. マーカーから流体へのフィードバックは表面張力のみなので問題はない。
Q. 数値拡散の入れ方はどうしているか。
A. 風上差分と中心差分の比率を変えて最適な数値拡散を導入している。

- (3) 講演2 「不均質岩盤中の地下水流れ及び物質移動に関するモデル開発」

畑中 耕一郎氏（動燃）
動燃における水理物質移動研究として、亀裂ネットワーク水質移動に関する研究が紹介された。前者では亀裂観測データと透水試験データから亀裂パラメータの統計解析が行われ、亀裂ネットワークモデルの作成と水理物質移動のシミュレーション・物質移動モデルの開発と不均質多孔質媒体中の水理物イオンを行い、釜石鉱山KD-90坑道への湧水量解析に適用され、実測と良い一致が得られたことが示された。後者は多孔質媒体水理試験装置(MACRO)を用いたトレーサ試験とシミュレーション解析が行われ、特性曲線法が実験結果を非常に良く再現することが示された。

- この講演に関して以下の質疑応答があった。
Q. 分散計数は拡散計数のような働きをするのか。
A. 流速の関数となっているため、分散の働きをする。
Q. 対流項の速度はどのように求めるか。
A. 地下水の流れ場を解いて求める。

Q. 不均質のパラメータは実験ではどのように与えるか。

A. ガラスビーズの半径を分布させる。

Q. 長い年月がかかる現象に対して適用できるか。

A. 化学反応のモデル化を含めた地下水流動シナリオを考慮する必要がある。

(4) 講演3 「高速炉安全解析における多相流多成分熱流動現象のモデル化手法」

守田 幸路氏(動燃)

高速炉安全解析総合コードとして開発中のSIMMER-IIIの説明がなされた。

流体力学対流アルゴリズム、流動様式および境界面積モデル、熱伝達、相変化(溶融/固化、蒸発/凝縮)、状態方程式についての解説があり、2相ブローダウン挙動解析、燃料固化閉塞形成挙動解析、溶融燃料プール沸騰挙動解析、燃料-冷却材相互作用挙動解析などへ適用した結果が示され、いずれも実験と非常に良い一致が得られたことが示された。また、実機条件下での重要現象への適用も紹介された。

この講演に関して以下の質疑応答があった。

Q. 激しい気泡流などでは、通常の乱流モデルが適用できないのではないか。

A. 基礎検証課題として挙がっていて、今後取り組んで行く。

Q. 実機での計算で、熱的に構造物が崩壊するよりも、圧力で壊れる方が早いのではないか。

A. 構造解析的な計算を取り込んで行く必要がある。

Q. メッシュ・サイズと時間刻みはどのくらいか。

A. 一例として、メッシュは 20×100 、時間刻みは現象により変わる。

Q. 混合物質の状態方程式はどうしているか。

A. 混合比のみ考慮していて、化合物の状態方程式は使っていない。

Q. 二成分系の固化挙動の解析で、液面はどのようにとらえているか。

A. VOF値の違いのみで判定している。

Q. 固体と液体での計算方法は変えているか。

A. 相変化が起こった時点で切り替えて計算している。

6. その他

次回の委員会は、4月中旬に予定する。

第7回「経年変化と熱流動」
特別専門委員会議事録

1. 日時:平成10年1月8日(木)

13:30~16:50

2. 場所:原子力発電技術機構会議室

3. 出席者:班目(東大)、岡本(東大)、中島(原研)、橋本(東電)、成合(筑波大)、荒木(武蔵工大)、吉田(原研)、村松、菊池(動燃)、佐納(発電技検)、野中、樋口、岩瀬、内山(原

子力機構)、田中、稲田、恩地、河村、西原(電中研)、高松(関電)、梅本(四電)、中尾(日立)、五十嵐(川重)、小林(IHI)、浜野(富士総研)

4. 配布資料:

7-1 第6回「経年変化と熱流動」特別専門委員会議事録

7-2 電中研狛江研究所の経年炉対策研究の概要(恩地)

7-3 高温電導度測定による沸騰伝熱隙間部の不純物濃縮度の推定(河村)

7-4 Estimation of Impurity Concentration Factor on Boiling Heat Transfer Surface of Steam Generator Tube using High Temperature Conductivity Measurement(河村)

7-5 直交二相流中の管群に作用する流体弾性力に関する実験的研究(稲田)

7-6 Fluid-Elastic Force Measurements Acting on a Tube Bundle in Two-Phase Cross Flow(PVP-Vol.328)(稲田)

7-7 Fluid-Elastic Force Measurements Acting on a Tube Bundle in Two-Phase Cross Flow(AD-Vol.53-2)(稲田)

7-8 蒸気発生器伝熱管のフレッキング損傷評価(稲田)

7-9 Turbulence-Induced Tube Vibration in a Parallel Steam-Water Two-Phase Flow(稲田)

7-10 管群中の伝熱管の直交流による振動のランダム流体力統計量による評価(稲田)

7-11 経年変化と熱流動(原子力学会誌別刷)

5. 議事:

(1) 電中研狛江研究所の経年炉対策研究の概要紹介(恩地)

経年炉対策研究の重要性の説明を行った後、PLM支援システムの概略、配管欠陥評価研究とリスクベース技術、压力容器の照射脆化、IASCC(照射誘起応力腐食割れ)等の研究の概要が説明された。以下の質疑応答があった。

Q. PLM支援システムの説明で、途中で施策を講じた場合に、実質発電コストが施策を講じなかった場合より低下するのはなぜか。

A. 施策を講じて稼働率が向上するような場合には、計算上このようなケースも考えられる。

Q. 压力容器の照射条件マトリックスで、Fluenceが 10^{19} 以上の実験は必要ないか。

A. 必要はあるが、BWRおよびPWRの条件はカバーされている。

Q. 電中研ではASMEと共同研究を実施しているのか。

A. 共同研究は実施していないが、情報交換は行っている。

(2) 伝熱管隙間部への不純物の濃縮挙動研究(河村)
伝熱管支持板隙間部における沸騰による不純物の濃縮現象について、高温電導度測定および隙間部の腐食電位測定により濃縮度をその場で推定する

- 手法の紹介を行った。以下の質疑応答があった。
- Q . イオンの挙動を輸送方程式で解くような手法はないか。
- A . イオンの一つを計算するようなものは可能かもしれないが、実際には多種のイオンが給水系内に存在し、現状では不可能と考えられる。
- Q . 隙間部なのでドライ&ウエットが生じるが、例えば高熱流束になって膜沸騰状態になるような場合も同様なことは考えられるか。
- A . 可能性はあると思う
- (3) 電中研の流動励起振動関連研究 (稲田)
直交二相流中の伝熱管の流力弾性振動の評価法、平行二相流中の伝熱管の乱れによるランダム振動の評価法とフレッチング損傷評価および直交単相流中の伝熱管の乱れによるランダム振動の評価の一例について説明した。以下の質疑応答があった。
- Q . 流力弾性振動では実際には伝熱管は楕円運動をするので、(x,y方向の)連成係数を求めてくる必要はないか。
- A . 安定、不安定は、線形域の問題と考えており、必要ないと考える。また、連成を考えなくてもモード形状として楕円の軌道を求めることは可能である。
- Q . 振動数の影響は十分に考慮したか。
- A . 5 ~ 25Hzの領域で実験を実施している。流力弾性振動が発生しやすい振動数領域はカバーしていると考えている。
- Q . xとy方向で、付加減衰の二相流減衰および流速依存成分への分離ができる、できないの違いがあるが、SG伝熱管の評価法との関連はどうなるか。SG伝熱管はx方向にしか振動しないので、問題ないということか。
- A . SG伝熱管はx方向にしか振動しないので、従来通りの考え方で問題ないと思う。

- Q . 最終的な評価誤差が大きい、改善法はあるか。
- A . 気液の相対速度を考慮することにより、データのばらつきは小さくなったものの、十分ではなく、将来的に特に高ボイド率域におけるボイド率依存性をより厳密に評価する必要がある。また、管群内のドリフトフラックスモデルの相関式はないため、一次近似として円管内のものを使っており、管群内の相関式の充実化も重要である。
- (4) サーマルストライピングと亀裂発生評価研究 (田中)
FBRの2液混合部のサーマルストライピング評価研究の概要について説明した。以下の質疑応答があった。
- Q . 動燃では、サーマルストライピングは問題ないと主張した根拠は何か。
- A . サーマルストライピングの生じにくい高い材料を使用するので、評価の必要がないという意味と考えている。
- Q . 亀裂の発生を音響で調べる方法では、どのような検出が可能か。
- A . 亀裂が発生すると音響特性がかなり変化する。しかし、進展までは拾えなかった。
- (5) 報告書について
主査より、報告書については第6回の委員会議事録にまとめてあるとおりにグループ等で相談を進めるよう要請された。また、確定していない部分については、今後相談していくこととした。
6. 次回予定
日時：4月の予定。今後、4、6、9月に委員会を開催する予定。
議題：次回は三菱から蒸気発生器関連研究の報告、次回は動燃からサーマルストライピング研究の紹介をお願いする方向で検討。

国際会議カレンダー

(H10.3.25 現在)

: Call for Papers が杉本氏の所にあります
Fax: 029-282-5570,
e-mail: sugimoto@sun2sar1.tokai.jaeri.go.jp
なお、ホームページにも情報を載せていますのでご利用下さい。<http://thd.gen.u-tokyo.ac.jp/>
その他は、Fax等で必要な情報を入手して下さい。

1998年

- 4/7-9 9th IAHR Working Group meeting on Advanced Nuclear Reactors Thermal Hydraulics, CEA Grenoble, France, Contact: Prof. Ninokata(TIT), Fax: 81-3-5734-2060,
e-mail: hninoka@nr.titech.ac.jp
- 5/3-7 11th Pacific Basin Nuclear Conference (PBNC'98), Banff, Canada, Sponsor: CNS, Contact: CNS, Fax: (416)979-8356,
e-mail: carons@cna.ca, Abstract: May 1, 1997

- 5/10-15 Sixth International Conference on Nuclear Engineering (ICONE-6), San Diego, USA, Abstract: October 1, 1997. Contact: Dr. Nina Albert, Fax: 1-520-908-8549, e-mail: icone6@aol.com
- 5/26-28 Annual Meeting on Nuclear Technology '98, Munich, Germany, Contact: Inforum_GmbH@compuserve.com, Fax: 49-228-507262
- 6/7-11 Int. Steam Generator and Heat Exchanger Conference, Toronto, Canada, Sponsor: CNS, Contact: R Tapping (AECL), Tel: +1-613-584-3311 ex3219
- 6/7-12 1998 Annual Meeting of the ANS, Nashville, Tennessee, USA.
- 6/8-12 3rd International on Multiphase Flow (ICMF'98), Lyon, France, <http://www.mecaflu.ec-lyon.fr/ICMF98/>
- 6/8-12 International Symposium on Heat and Mass Transfer in Biological and Medical Engineering, Kusadasi, Turkey, Sponsors: IHMT, Contact: Prof. Arinc, arinc@metu.edu.tr
- 6/8-19 International Seminar on French PWR Design and Operating Experience, Paris, France, Contact: Alain Gladieux(CEA), Fax: 33-1-6908-9777, e-mail: cieint@instndir.cea.fr
- 6/16-18 OECD Specialist Meeting on Nuclear Aerosols in Reactor Safety, Cologne, Germany, Abstract: October 31, 1997. Contact: Dr. Hans-Josef Allelein(GRS), Fax: +49(221)2068-888
- 6/21-25 1998 ASME Fluid Engineering Division Summer Meeting, Washington D.C., U.S.A., <http://www.asme.org/conf/confers.html>
- 7/26-30 1998 ASME/JSME Joint Pressure Vessel and Piping Conference(PVP 1998) - International PVP Technology For the Next Century, San Diego, USA Abstract: October 15, 1997. Contact: Dr. Y.W. Shin(ANL), Fax: 1-630-252-3361
- 8/18-22 11th Brazilian Meeting on Reactor Physics and Thermal Hydraulics, TBD, Brazil, Fax: +55-245-233779 (Ricardo Barros).
- 8/23-28 11th International Heat Transfer Conference, Kyongju, Korea, Contact: G.F. Hewitt
Dep. of Chemical Eng. Imperial College of Science, Fax: 0171 584 1170
- new 9/1-4 8th International Symposium on Flow Visualization, Sorrento, Italy
Contact: Prof. Carlomagno, Fax: 39-81-239-0364 e-mail: carmagno@nuina.it
- 9/4-8 Problems of Nuclear Reactor Safety, Moscow, Russia,
Fax: +45 43 96 30 46(V.Khromov)
- 9/13-18 International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management(PSAM 4), New York, USA, Contact: Prof. Ali Mosleh(Univ. Maryland),
Fax: +1(301) 314-9601,
e-mail: Mosleh@eng.umd.edu
- 10/5-7 7th Int. Symp. on Flow Modelling and Turbulence Measurements, Tainan, Taiwan,
R.O.C, Fax: 886-6-2389940, 1000
Word Abstract: Jan. 16, 1998,
e-mail: laicj@mail.hydr.ncku.edu.tw,
<http://www.he.ncku.edu.tw/>
- 10/7-10 98'Int. Symp. on Safety Science and Technology(98'ISSST), Beijing, China, Contact: Prof. Changgen Feng,
Cgfeng@public.east.cn.net,
Fax: 86-10-68412889
- 10/18-21 4th KSME-JSME Fluid Engineering Conference, Pusan, Korea,
Prof. Matsumoto, Univ. Tokyo,
e-mail: ymats@mech.t.u-tokyo.ac.jp
<http://mech.postech.ac.kr/FEC4/>
- 10/25-28 European Nuclear Conference (ENC'98), Nice, France,
Contact: Konrad Haedener.
- new 11/4-6 Workshop on Severe Accident Research held in Japan (SARJ-98), Tokyo, Japan,
Sponsors: 原研&原子力機構,
Contact: Dr. Sugimoto(JAERI),
Fax 029-282-5570,
sugimoto@sun2sar1.tokai.jaeri.go.jp
- 11/15-20 Symposium on Tomographic Image Reconstruction of Thermal Flows, ASME Int. Mech. Congress and Exposition, Anaheim, California, U.S.A.,
Abstract Dec. 1, 1997 to Dr. Okamoto, Univ. Tokyo, Fax: 81-29-287-8488,
e-mail: okamoto@tokai.t.u-tokyo.ac.jp
- 11/15-20 1998 Winter Meeting of the ANS, Washington, D.C., USA.
- new 12/7-10 International Conference on Optical Technology and Image Processing in Fluid, Thermal, and Combustion Flow, Yokohama, Japan. Abstract Apr.30, 1998 <http://www.vsj.or.jp/vsjspie>

1999年

new 4/19-23 Seventh International Conference on Nuclear Engineering (ICONE-7), Tokyo, Japan, Contact: Dr. Akimoto, <http://icone7.jsme.or.jp>

Fax: 029-282-5097, e-mail:

akimoto@hfl1.tokai.jaeri.go.jp

new 5/16-19 The 2nd Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing Honolulu, Hawaii,

<http://www.tuat.ac.jp/~psfvip-2>

e-mail: psfvip-2@mmlab.tuat.ac.jp

6/6-11 1999 Annual Meeting of the ANS, Boston, Massachusetts, USA.

new 7/18-23 1999 ASME/JSME Joint Fluid Engineering Conference, San Francisco, U.S.A., Contact: Dr. Aya, aya@srimot.go.jp, Prof. Yamamoto, yamamott@mn.waseda.ac.jp

new 7/26-30 Int. Symp. Water Hammer, San Francisco, USA, Abstract June 26, 1988

8/15-20 15th International Conference on Structural Mechanics in Reactor

Technology

(SMIRT-15), Seoul, Korea, 400 Word Abstract: July 31, 1998, Contact: Prof. Sung Pil Chang (Seoul Ntl. Univ.), Fax: 82-2-885-0554

11/14-19 1999 Winter Meeting of the ANS, San Francisco, California, USA.

new 11/16-18 OECD Workshop on Ex-Vessel Debris Coolability, Karlsruhe, Germany, Abstract: February 15, 1999. Contact: Dr. Hans Alsmeyer (FZK), Fax: +49(7247)82-4837, hans.alsmeyer@iatf.fzk.de

編集後記

本年度ニュースレター担当となりました東大の岡本です。4月号より、ホームページでもニュースレターをPDFで公開しています。国際会議など、リンクが張ってありますので、簡単に情報を見ることが出来ます。ご利用ください。

ホームページアドレス

<http://thd.gen.u-tokyo.ac.jp>

The 2nd Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing PSFVIP-2

May 16-19, 1999

Sheraton Princess Kaiulani Hotel, Honolulu, Hawaii



The second *Pacific Symposium on Flow Visualization and Image Processing* will be held on May 16-19, 1999 in Honolulu, Hawaii, U.S.A. under the auspices of the Pacific Center of Thermal-Fluids Engineering. The objective of the Symposium is to provide a forum for communication and information exchange in the fields of both flow visualization and image processing over the entire range of disciplines.

Papers describing current research on flow visualization and image processing from principles to applications are hereby solicited. Those pertaining to fundamental techniques and applications are appropriate. Topics include, but are not limited to, flow-field visualization, surface flow visualization, computer-assisted flow visualization, graphical display of data sets, digital image processing and others.

DEADLINES

Aug. 1, 1998 Three copies of abstract due
Sep. 1, 1998 Notification of abstract acceptance
Oct. 31, 1998 Three copies of full-length manuscript due
Dec. 15, 1998 Notification of final paper acceptance
Jan. 20, 1999 Final manuscript due

SUBMISSION

The official language is English. Initial selection will be based on a submitted abstract of about 500 English words. The abstract should contain: (1) paper title, (2) five key words in descending order of importance, (3) authors' names, affiliations and full address for all authors, and (4) name, address, phone number, fax and E-mail address of the author to whom subsequent correspondence should be directed. The abstract

should contain sufficient information to enable the scope and nature of the paper to be assessed.

Abstracts can be submitted by either regular mail, email or fax to:

Professor S. Mochizuki
Dept. of Mechanical Systems Engineering
Tokyo University of A & T
Nakacho, Koganei, Tokyo 184-8588, JAPAN
[E-mail] psfvip-2@mmlab.mech.tuat.ac.jp
[Fax] +81(Japan) 423 88 7088
<http://www.tuat.ac.jp/~psfvip-2>

2nd International Symposium on Two-Phase Flow Modelling and Experimentation

May 23-26, 1999 - Pisa, Italy

The first International Symposium on Two-Phase Flow Modelling and Experimentation was held in Rome, and was attended by about 220 delegates from more than 35 countries. The objectives of the Symposium are to bring together researchers, designers, experimentalists, modellers, and numerical analysts from industry, laboratories and academia active in the area of two-phase flow to present the state-of-the-art, to exchange their expertise and experiences and to further stimulate their research activities. The Symposium is organized by the Assembly of World Conferences on Experimental Heat Transfer Fluid Mechanics and Thermodynamics, and the ENEA Institute of Thermal-Fluid Dynamics, with participation of the Japan Society of Multiphase Flow.

Contributed papers are solicited dealing with experimental work, theory, analysis, design, numerical studies, modelling on fundamentals and applications of two-phase flow, including heat and mass transfer, fluid mechanics and thermodynamics aspects. Papers are also solicited reporting measurement techniques, visualization techniques, instrumentation, and analysis of experimental data as well as theory or numerical results. Some of the subject areas are as follows: annular flow and entrainment, coalescence phenomena, countercurrent flow and flooding, critical flows, flow pattern identification, horizontal and inclined flows, interfacial phenomena, phase distribution and separation, pressure drop, stratified flow, turbulence, waves on interfaces, boiling heat transfer, boiling of mixtures, critical heat flux, direct contact boiling, flow instabilities, subcooled boiling, thermodynamic non-equilibrium, condensation, condensation of mixtures, direct contact condensation, transient flow phenomena, zero gravity flows, flow visualization, measurement techniques and instrumentation, and code development. Pertinent papers in areas other than those listed above are also welcome.

DEADLINES

May 15, 1998 Three copies of abstracts due to the Lead Scientists closest to your region.
May 29, 1998 Authors to be notified of abstract acceptance.
July 24, 1998 Full length manuscript due to the Lead Scientist.
December 10, 1998 Authors to be notified of paper acceptance.
February 18, 1999 Author-prepared mats due.

Lead Scientists for Japan:

Prof. Y. Tsuji, Faculty of Engineering, Osaka University, Suita, Osaka 565,

Tel. & Fax: 06 879-7315; E-mail: tsuji@mech.eng.osaka-u.ac.jp

Prof. T. Fukano, Faculty of Engineering, Kyushu University 36, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka, 812,

Tel.: 092 642 3392, Fax: 092 641 9744; E-mail: fukanot@mech.kyushu-u.ac.jp

Prof. A. Serizawa, Kyoto University, Department of Nuclear Engineering, Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606,

Tel. & Fax: 075-753-5829; E-mail: serizawa@kuiae.kyoto-u.ac.jp



For further information and abstract see: <http://docenti.ing.unipi.it/ISTP99/>

or contact:

Dr. Gian Piero Celata, Symposium Chairman, ENEA Casaccia, Via Anguillarese 301, I-00060 S.M. Galeria, Rome, Italy, Tel:+39-6-3048-3905, Fax:+39-6-3048-3026, E-mail: celata@casaccia.enea.it

Dr. Ramesh K. Shah, Symposium Co-Chairman, Delphi Harrison Thermal Systems, 200 Upper Mountain Road, Bldg. 6, Lockport, NY, 14094-1896, USA. Tel:+1-716-439-2114; Fax: +1-716-439-3648; E-mail: rkshah@ibm.net

Dr. Paolo Di Marco, Symposium Secretary, University of Pisa, Energy Department, Via Diotalvi 2, I-56126 Pisa, Italy, Tel: +39-50-569-610, Fax:+39-50-569-666; E-mail: p.dimarco@ing.unipi.it