

日中科学技術

No. 73

1995. 3. 20

発行所
日中科学技術交流協会〒152 東京都目黒区八雲2-8-11
第1益戸ビル3F 電話03(5701)4913

「核融合・核分裂炉工学に関する 日中における最近の研究状況」

北海道大学エネルギー先端工学研究センター 教授 高橋平七郎
東京大学 工学部 教授 田中 知
東京大学 工学部 助教授 香山 晃

本報告では、平成6年6月5～8日、東京（東大山上会館）で開催された、日中シンポジウムで発表された主な内容を紹介致します。

発表内容は融合炉工学関連とPWR（原子炉）、fission-fusion hybrid炉、HTGR（高温ガス炉）、FBR（高速増殖炉）と関連炉工学および材料研究が中心でありました。

先ず、システムと設計に関連した内容として、トカマク型のSSTRではブートストラップ電流の維持と定常化を目指すと共に強い磁場によりプラズマ寸法を小さくすること、また、商業炉のSSTR-2ではTi-Al合金の使用とHe冷却を特徴とした設計を考えている。また、FFHRは日本独自のヘリカル型の核融合炉でヘリカルコイルに作用する電磁力を最小にすることを特徴としているが、今後はプラズマ物理及び炉工学の成果の蓄積と最適化が重要課題であることが示された。一方、中国ではfission-fusion hybrid炉、HTGR、FBRのR&Dを重点的に研究、特に、fission-fusion hybrid reactor概念は核廃棄物核変換の観点からも有益であるが、Pu問題が課題である事が指摘された。

核融合炉開発においては、今後、14MeVの強力中性子源の国際協力による開発と中性子スペクトルの選択を可能にし中性子照射損傷を系統的に研究できるESNIT開発計画が日本原研から紹介された。その他、プラズマdisruptionにおける電磁力の課題と炉健全性および文部省核融合科学研究所のヘリカル炉（LHD）建設とその特徴が紹介された。また、核融合エネルギーシステム、特に、ITERにおいてはアイソトープの実際の分離と効率化のための研究推進が必要であるとの指摘があった。

FBR関連では、もんじゅに改良型316ステンレス鋼が使用（PNC316）され、将来のDEMO炉用材にPNC1520、また、商用炉用として高Ni合金、フェライト/マルテンサイト鋼、またはODS鋼が有力候補材料であること、並びにクラッド材のナトリウムループによるクリープおよび疲労特性に関する研究の報告があった。日本に於けるHTGRおよび高温工学実験炉（HTTR）の建設計画とHTGRの材料のR&Dにグラファイトやハステロイ-XRが対象となっていることと、最近の日本におけるHigh Heat-Flux-Transfer技術が報告された。

材料照射研究に関連して、シミュレーション照射手段である電子線照射損傷率は、モンテカルロ法による解析結果から従来の断面積に比較し試料表面近傍の損傷率が高いことが指摘された。さらに、ITER用候補材料である316ステンレス鋼のボイドスエリングと侵入型不純物および点欠陥と転位の相互作用並びにカスケード構造と転位パイアス効果に関する研究が紹介された。

照射下組織変化に関しては、結晶粒界移動の促進とそれに伴う偏析現象に関する動力学的解析、圧力容器鋼の照射脆化の原因と考えられているFe中のCuの照射誘起偏析に関する陽電子消滅寿命測定結果、さらに、ステンレス鋼に代わるDEMO以降の材料として期待されているバナジウム合金のマイクロ組織発達、ボイドスエリングや機械的性質に及ぼす合金元素のサイズ効果に関する研究と重照射過程での核変換による組成変化について、HFIR照射で生成したバナジウム合金におけるクロム生成、また、ダイバーダー材として注目されている銅および銅合金でのNi生成とその微細組織および組成変化が報告され、今後この核変換効果に関する研究の重要性が指摘された。

さらに、セラミックスの照射挙動に関する研究では、セラミックスの損傷過程および UO_2 のRim構造の形成過程と機構についてレビューされた。その他、関連材料として、ODSフェライト鋼の耐照射特性、セラミックス特性のその場実験、さらに、インコネル718をTi, Al, Nbで改良した機械的特性やCVD法で作製した炭素繊維/SiC、SiC/SiC複合材料の機械的性質並びに13Cr-2.2Ti-1.1Mo-0.4Y2O₃-ODS鋼のMA製造プロセスと液体Na中の腐食挙動が報告された。

プラズマ対向材料関連では、グラファイトにおける水素同位体の動的挙動として、水素インプラネーション後の焼鈍およびイオン照射後の再放出挙動に関する系統的に測定に基づくマスバランス式および素過程の速度常数を決定した結果とプラズマ対向材料からの水素透過に関連し表面前後での水素の再結合プロセス、さらに、ベリリウム

と水素との相互作用として、拡散、固溶、透過や表面効果と水素の透過の水素保持に関するデータベースの検討、並びにHeバブルの核形成・成長の分子動力的解析とプラズマ対向材料としての低 z 、高 z 材料の適応性についての討論がなされた。さらに、高熱流束、熱伝導に関する解析結果や増殖材、同位体効果、電磁負荷等の新たな興味ある課題についても報告があった。

また、核融合炉において重要な課題の一つである、トリチウム材料の相互作用に関する最近の進歩、壁材料を透過するトリチウムの環境への影響について討論された。

今後の核融合炉用材に関する最近の研究として、ODSバナジウム合金の重イオン中性子照射下での組織変化、タングステン(W)安定化フェライト/マルテンサイト鋼の強度と靱性、日本で開発した核融合炉用低放射化フェライト鋼のR&Dや低放射化フェライト鋼F82Hの特性の紹介とグラファイト/Cu接合界面の組織と照射下での変化、Ag-Cu-Tiのbrazing材に及ぼす照射効果、耐照射optical fiberの照射環境下での挙動等をはじめ、SiO₂基のoptical fiberの γ 線源、14MeV中性子、分裂炉照射効果が報告された。

ブランケット材料のR&Dに関連しては、固体増殖材、液体増殖材およびベリリウム材に関するレビューとトリチウムの放出挙動、吸収量およびトリチウムの移動に対する照射欠陥の効果に関する研究が発表された。また、Infrared multi-phase decompositionによるSiの同位体分離法、Zr-claddingのI₂によるSCCの微細組織解析結果として、I₂による破壊機構を検討し、よう素を伴う場合の破壊にはスリット、ピンホールおよびへき開破壊モードがあることが報告された。

機械的特性試験として、開発されたホット試験用衝撃試験装置の紹介が、またFuel cladding-steamとの相互作用の研究として、Zircaloy-4, 2の酸化のkinetics、RPV鋼の溶接金属に及ぼすNiおよびPの中性子照射効果として、溶接圧力容器材のDBTTに及ぼすNiとPの影響が示された。その他、

B₄C、制御棒材、核融合炉用ダイバータ新設計および軽水炉のインコネルX-750における照射誘起変形、304鋼の熱疲労挙動、ダイバーター域でのプラズマ輸送とトカマク用増殖材の応力解析結果、さらに、高速増殖炉用Fe-15Cr-29Ni合金におけるHe注入と脆化に及ぼす温度、冷間加工効果等が討論された。

照射技術について、抵抗測定、温度制御など各種リグの紹介と、微小試験技術を用いたTEM試片の実験結果に基づく断面のアスペクト比の重要性や、MgO·Al₂O₃の耐照射性に、スピネル構造が耐照射損傷に有効であることが示され、構造欠陥空孔の重要な役割が報告された。

また、データベースに関して、RIM, JEARI, PNLで開発した核データシステムを解説、核変換、放射化、崩壊熱計算や生物有害度などのネットワークシステムにより迅速に対応可能であることが紹介された。

照射促進応力腐食割れ (IASCC) の研究関連では、この現象は応力、化学的環境、材料組織、組成変動と照射のsynergistic効果であり、この現象の解明にFETEM活用が重要であることが指摘された。また、Fe-1Cr-18Ni-9Ti鋼およびSPLD (spark plug leak detector) に接合したアルミナの熱衝撃抵抗について、鋼とセラミックス接合に用いるフィラー金属が特性に重要な役割を有すること、ボロン炭化物ペレットの組織と性質に及ぼすホットプレス因子として、温度、圧力として2273-2373K、30-35MPaでは化学量論組成のペレットが得られることが明らかにされた。

なお、今後の日本の核融合炉構造材料に関する研究計画がDEMO炉、商用炉をも対象としていること、大学の第3期研究計画である炉材料の動的挙動とその複合条件下の挙動を核分裂炉を用いた実施計画が紹介された。

第20回 (1994年度) 定期総会議事録

日 時：1994年7月21日(木)13:30~16:00

場 所：一ツ橋学士会館 309号室

出席者：12名 委任状提出者 112名

1. 開 会
2. 議長選出
3. 議長挨拶
4. 議事録署名人選出
5. 議事 (1) 第1号議案 ①1993年度事業報告
②1993年度収支決算報告
③1993年度監査報告
(2) 第2号議案 ①1994年度事業計画(案)
②1994年度収支予算(案)

6. 閉 会

引続き総会特別講演会「核融合・核分裂炉工学に関する日中の最近の研究状況」(講師：高橋平七郎北海道大学教授・本会会員)を開催した。

第44回 理事会議事録

日 時：1994年9月22日(木) 13:30~16:00

場 所：一ツ橋学士会館 310号室

出席者：会長 橋口隆吉 副会長 菅野昌義
理事 伏見康治 窪田雅男 宮島龍興
柳井久義 鈴木 伸 堂山昌男

以上のほか委任状提出者22名

1. 前回議事録確認
2. 会費収入状況について
3. 会員の増加について
4. 非常勤職員の採用について
5. 本年度奨励賞応募状況について
6. 第8回日中科技シンポジウムについて
1995年9月予定 (コンピュータによる材料設計)
(東大工学部教授 岩田修一)
7. 第9回日中科技シンポジウムについて
1995年11月予定 (材料開発関係)
(東北大金研教授 庄野安彦)

第45回 理事会議事録

日時：1994年12月9日(金) 13:30~16:00

場所：一ツ橋学士会館 309号室

出席者：会長 橋口隆吉 副会長 菅野昌義
理事 窪田雅男 鈴木 伸 土屋喜一
藤田良雄 柳井久義

以上のほか委任状提出者20名

1. 前回議事録確認
2. 第8回日中科技シンポジウム・仮題「コンピュータによる材料設計」(東大工学部教授 岩田修一)の準備状況
3. 第9回日中科技シンポジウム・仮題「高圧力下における材料の挙動」(東北大金研教授 庄野安彦)の準備状況
4. 本年度奨励賞受賞者審査・贈呈式・研究発表会について
5. 会計状況について
6. 監事1名の死去に伴う新監事の選任について

第46回 理事会議事録

日時：1995年3月14日(火) 13:30~16:00

場所：一ツ橋学士会館 309号室

出席者：会長 橋口隆吉 副会長 菅野昌義
理事 有山正孝 窪田雅男 宗宮重行
伏見康治

以上のほか委任状提出者23名

1. 前回議事録確認
2. 協会会計状況の中間報告
3. 第8回日中科技シンポジウム・仮題「コンピュータによる材料設計」(東大工学部教授 岩田修一)の準備状況
4. 第9回日中科技シンポジウム・仮題「高圧力下における材料の挙動」(東北大金研教授 庄野安彦)の準備状況
5. 監事1名の死去に伴う新監事の選任について

会員の訃報

昨年及び本年下記の月日に下記の会員が逝去されました。謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

- 碓井 恒丸 会員 (6月19日)
- 菊池 光子 会員 (8月31日)
- 齋藤 進六 監事 (11月21日)
- 和達 清夫 顧問 (1月5日)

目次

核融合・核分裂炉工学に関する日中における最近の研究状況 高橋平七郎	1
第21回(1994年度)定期総会議事録	3
第44回理事会議事録	3
第45回理事会議事録	3
第46回理事会議事録	4
会員の訃報	4

