



JP9950025

JAERI-Tech  
99-007



原子力用材料データフリーウェイを用いた  
耐熱合金諸特性の検索結果  
(共同研究)

1999年2月

加治芳行・辻 宏和・崎野孝夫・藤田充苗<sup>\*1</sup>  
衣川純一<sup>\*1</sup>・館 義昭<sup>\*2</sup>・斎藤淳一<sup>\*2</sup>・加納茂機<sup>\*2</sup>  
志村和樹<sup>\*3</sup>・中島律子<sup>\*3</sup>・岩田修一<sup>\*4</sup>

日本原子力研究所  
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。  
入手の問合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越しください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1999

編集兼発行 日本原子力研究所

原子力用材料データフリーウェイを用いた耐熱合金諸特性の検索結果  
(共同研究)

日本原子力研究所東海研究所エネルギーシステム研究部

加治 芳行・辻 宏和・崎野 孝夫・藤田 充苗<sup>\*1</sup>

衣川 純一<sup>\*1</sup>・館 義昭<sup>\*2</sup>・斎藤 淳一<sup>\*2</sup>・加納 茂機<sup>\*2</sup>

志村 和樹<sup>\*3</sup>・中島 律子<sup>\*3</sup>・岩田 修一<sup>\*4</sup>

(1999年1月18日受理)

科学技術庁金属材料技術研究所（以下、金材技研）、日本原子力研究所（以下、原研）及び動力炉・核燃料開発事業団（以下、動燃（現、核燃料サイクル開発機構））は、機関間を越えて原子力材料情報を相互利用できる分散型材料データベースシステムである原子力用材料データベース（データフリーウェイ）の基本システムを平成6年度までに構築した。

さらに新たに科学技術振興事業団（以下、JST）を加えた4機関でデータフリーウェイの利用技術の開発に関する共同研究を平成7年度から開始し、平成11年度末に一般公開するスケジュールで研究開発を継続している。

この共同研究では、インターネット上のパソコンからデータフリーウェイシステムを利用して、耐熱合金の諸特性に関する検索を行い、新たな知見を得た。今後、平成11年度末の一般公開に向けて、使いやすさの向上のためのシステムの改良を行い、データ量の確保とデバッグを含むデータ拡充を進めていく予定である。

---

本報は平成10年9月28日～30日に福井工業大学において開催された日本原子力学会「1998年秋の大会」において報告されたものである。

本報は日本原子力研究所と金属材料技術研究所、核燃料サイクル機構及び科学技術振興事業団との共同研究の成果である。

東海研究所：〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

\*1 金属材料技術研究所

\*2 核燃料サイクル開発機構

\*3 科学技術振興事業団

\*4 東京大学

Retrieval Results on Various Properties of Superalloy Using "Data-Free-Way"  
(Joint Research)

Yoshiyuki KAJI, Hirokazu TSUJI, Takao SAKINO, Mitsutane FUJITA<sup>\*1</sup>,  
Junichi KINUGAWA<sup>\*1</sup>, Yoshiaki TACHI<sup>\*2</sup>, Junichi SAITO<sup>\*2</sup>, Shigeki KANO<sup>\*2</sup>,  
Kazuki SHIMURA<sup>\*3</sup>, Ritsuko NAKAJIMA<sup>\*3</sup> and Shuichi IWATA<sup>\*4</sup>

Department of Nuclear Energy System  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 18, 1999)

The pilot system on the distributed database for advanced nuclear materials named "Data-Free-Way" was constructed under the collaboration of National Research Institute for Metals, Japan Atomic Energy Research Institute, and Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation during fiscal years from 1990 through 1994.

In order to make the system more substantial, the second stage collaborative research activity in which the main objective was to develop the utilization techniques for "Data-Free-Way" was initiated in 1995 among three above-mentioned organizations and Japan Science and Technology Corporation, which newly joined this program.

In the second stage collaborative research activity, some trials of attractive utilization of the system focused on the issues relating to various properties of superalloy were performed by using the PC on the Internet. In future each organization will update the system for improving the interface of the system and enrich the stored data with debugging.

---

This collaborative research activity was presented at the annual meeting of the Atomic Energy Society of Japan held on September 28 to 30, 1998 at the Fukui University of Technology.

This technical report is the result of the collaborative study among Japan Atomic Energy Research Institute, National Research Institute for Metals, Japan Nuclear Cycle Development Institute, and Japan Science and Technology Corporation.

\*1 National Research Institute for Metals

\*2 Japan Nuclear Cycle Development Institute

\*3 Japan Science and Technology Corporation

\*4 University of Tokyo

**Keywords : Material Database, Data-Free-Way, Distributed Database, Nuclear Material,  
Various Properties, Superalloy, Internet, Interface**

This is a blank page.

## 目 次

1. まえがき .....	1
2. 講 演 .....	1
2.1 システムの現状 .....	1
2.2 耐熱合金諸特性の検索結果 .....	2
2.2.1 クリープ破断強度データの解析例 .....	2
2.2.2 引張特性データの解析例 .....	3
2.2.3 引張特性に及ぼす照射効果の例 .....	3
2.2.4 応力腐食割れデータの解析例 .....	4
2.3 まとめ及び今後の計画 .....	4
3. 質疑応答 .....	5
4. あとがき .....	5
参考文献 .....	6
付 錄 1 Viewgraph .....	7
付 錄 2 学会発表予稿集に収録された要旨 .....	32

## Contents

1. Introduction .....	1
2. Oral Presentation .....	1
2.1 Present Status of Data-Free-Way System .....	1
2.2 Retrieval Results of Various Properties of Superalloy .....	2
2.2.1 Example of Creep Fracture Strength Data .....	2
2.2.2 Example of Tensile Strength Data .....	3
2.2.3 Example of Effect of Irradiation on Tensile Strength Characteristics .....	3
2.2.4 Example of Stress Corrosion Cracking Data .....	4
2.3 Summary and Future Plans .....	4
3. Questions and Answers .....	5
4. Concluding Remarks .....	5
References .....	6
Appendix 1 Viewgraph .....	7
Appendix 2 Summary Contained in the Proceedings of the Meeting .....	32

This is a blank page.

## 1. まえがき

科学技術庁金属材料技術研究所（以下、金材技研）、日本原子力研究所（以下、原研）及び動力炉・核燃料開発事業団（以下、動燃）は、機関間を越えて原子力材料情報を相互利用できる分散型材料データベースシステムである原子力用材料データベース（データフリーウェイ）の基本システムを平成6年度までに構築した。<sup>(1),(2)</sup>

さらに新たに科学技術振興事業団（以下、JST）を加えた4機関でデータフリーウェイの利用技術の開発に関する共同研究を平成7年度から開始し、平成11年度末に一般公開するスケジュールで研究開発を継続している。

そこでデータフリーウェイシステムの現状、本システムを利用した耐熱合金の諸特性の検索結果の例及び今後の計画について、平成10年9月28日～30日に福井工業大学において開催された日本原子力学会「1998年秋の大会」において報告した。本報は、その発表記録として、学会発表予稿集<sup>(3)</sup>に収録された要旨及び発表に用いたViewgraphを示すとともに、それぞれのViewgraphに対する説明及び学会発表会場における質疑応答を収録したものである。

## 2. 講 演

### 2.1 システムの現状

#### Viewgraph 1

原子力用材料データフリーウェイを用いた耐熱合金諸特性の検索結果について報告する。

内容としては、データフリーウェイシステムの現状、耐熱合金諸特性の検索結果の例、今後の計画について発表する。

#### Viewgraph 2

これはデータフリーウェイシステムの概略図である。このシステムは、金材技研、原研、動燃及びJSTの4機関が共同開発してきた分散型材料データベースシステムである。

各機関に同じハードウェア及びソフトウェアのシステム環境を整備し、それぞれが得意分野の材料データを提供しており、インターネットを利用して相互利用が可能になっている。

したがって、データ検索の特徴としては、インターネット上の全てのパソコンからデータ検索が可能で、データの格納されている機関を意識することなく検索できる点である。

#### Viewgraph 3

これはデータフリーウェイを用いたデータ検索及びデータ処理について示したものである。

まずデータ検索画面において試験タイプ、素材、試験結果の項目等を選択し、検索を実行する。

指定した機関ごとに、このような検索結果が表形式で表示される。

その後、この検索結果をグラフ表示することも可能であり、また他のソフトを利用してデータを整理することが可能なように、ファイル変換も可能になっている。

#### **Viewgraph 4**

これは8月末現在の各機関のデータの整備状況を示したものである。各機関がそれぞれの得意分野のデータを整備している。

金材技研では、拡散データベース及び材料用核データベース、原研では、研究炉・軽水炉・高温ガス炉・核融合炉のための金属材料データベース、動燃では、高速炉のための液体金属腐食データベース及びステンレス鋼照射データベース、JSTでは、ステンレス鋼データベース、拡散データベース及び原子間ポテンシャルデータベース等を整備しており、現在のところ4機関合計で35500件のデータを整備している。

今後もさらにデータを整備していく予定である。

#### **Viewgraph 5**

これは4機関のデータフリーウェイのホームページを示したものである。

各機関とともに、現在のところは一般ユーザに対してはサンプル検索、4機関に対してはユーザ限定検索が可能となっている。

## 2.2 耐熱合金諸特性の検索結果

### 2.2.1 クリープ破断強度データの解析例

#### **Viewgraph 6**

これはニッケル基合金ハスティロイ XR と鉄基合金アロイ 800H のクリープ破断強度の関係を示したものである。

よく知られているように、ニッケル基合金ハスティロイ XR の方が鉄基合金アロイ 800H よりもクリープ破断強度が高いという検索結果を得た。

しかし高温長時間側では、逆の傾向を示すという検索結果となっている。

ハスティロイ XR が He ガス中のデータ、アロイ 800H が不活性ガス中及び大気中のデータであることから、この原因としては、試験雰囲気の影響が考えられるが、さらに他のデータを整理することによって考察を行った。

### Viewgraph 7

これは、先ほどのデータのうちのアロイ 800H のみのクリープ破断絞りに及ぼす試験雰囲気の影響を抽出したものである。

この結果から、空気中の方が不活性ガス中よりもクリープ破断絞りは小さくなることがわかった。

また高温長時間側では、試験雰囲気が空気中であり、クリープ破断絞りの値は 5 %以下と極端に小さいことがわかった。

したがって、高温長時間側でのハステロイ XR とアロイ 800H のクリープ破断強度の逆転現象は、窒化による異常クリープと呼ばれる現象である可能性が高いことが明らかになった。

### Viewgraph 8

これは、同じデータを Larson-Miller パラメータによって評価した結果である。

この結果から、ニッケル基合金ハステロイ XR と鉄基合金アロイ 800H のクリープ破断時間は、試験雰囲気の影響もほとんどなく Larson-Miller パラメータによって推定可能であることがわかった。

## 2.2.2 引張特性データの解析例

### Viewgraph 9

これは、ハステロイ XR とアロイ 800H の 0.2%耐力及び引張強度の温度依存性を示したものである。

この結果から、ハステロイ XR の方が、全ての温度領域においてアロイ 800H よりも 0.2%耐力及び引張強度が高いことがわかった。

また両合金とも 700°C 以上の温度領域では急激に 0.2%耐力及び引張強度が低下することもわかった。

### Viewgraph 10

これは、先ほどと同じデータの破断伸びと絞りの温度依存性を示したものであるが、両合金の顕著な差異は認められなかった。

## 2.2.3 引張特性に及ぼす照射効果の例

### Viewgraph 11

これは、アロイ 800H の 0.2%耐力及び引張強度の温度依存性に及ぼす照射効果について示

したものである。

この結果から、アロイ 800H に関して、照射によって 0.2%耐力及び引張強度とも高くなっているが、引張強度の方が照射効果は小さいことがわかった。

しかし試験温度が 800°C 以上では、ほとんど照射効果はみられなくなることもわかった。

### **Viewgraph 12**

これは、アロイ 800H の破断伸び及び絞りの温度依存性に対する照射効果を示したものであるが、破断伸び及び絞りは照射を受けることによりかなり小さくなり、照射後の破断伸び及び絞りは、試験温度が高くなるに従って極端に小さくなることがわかった。

#### 2.2.4 応力腐食割れデータの解析例

### **Viewgraph 13**

これは、ニッケル基合金アロイ X-750 の応力腐食割れ(SCC)によるき裂進展量に及ぼす高速中性子照射量の影響を示したものである。

この結果から、高速中性子照射量の増加に伴い応力腐食割れき裂発生が大きくなることがわかった。

### **Viewgraph 14**

これは、先ほどと同じ材料のアロイ X-750 の応力腐食割れ下限界応力拡大係数  $K_{ISCC}$  に及ぼす高速中性子照射量の影響を示したものであるが、アロイ X-750 の  $K_{ISCC}$  は、高速中性子照射量に依存せずほぼ一定値を示すことがわかった。

## 2.3 まとめ及び今後の計画

### **Viewgraph 15**

最後に本報告のまとめとして、

1. データフリーウェイの現状を紹介した。
2. 格納データのうちの耐熱合金の諸特性に関する知見の例を紹介した。
3. 今後の計画としては、平成 11 年度の一般公開に向けて、使いやすさの向上のためのシステムの改良、データ量の確保とデバッグを含めたデータの拡充、4 機関間の調整及び他機関との連携についても検討していく予定である。

### 3. 質疑応答

質問：このシステムの特徴は何か。また他のグラフソフトを使わなくてはならないのか、すべていっどんにグラフで表示させることはできないのか。

回答：他にも各種データベースは存在するが、それらのデータベースは、特殊用途に限られたものであり、原子力用材料に関してのものはほとんどない。このシステムの特徴はかなり広範囲なデータを網羅した原子力用材料の総合データベースであること、またインターネットから容易に検索が可能であることなどである。したがって、広範囲なデータの検索が可能であるため、詳細な試験計画の作成等に利用することができる。

質問：応力腐食割れデータの照射量に対するデータのはらつきがかなり大きいように思えるが、データの検討等は行ったのか。

回答：これらのデータに関しては、文献まで立ち返り、実験条件等のチェックを行ったが、どのデータがおかしいとかの判断はできなかったため、このグラフでは検索した全てのデータをプロットした。そのあたりの検討に関しては、データベースだけからはかなり難しいものがある。

質問：平成11年度から一般公開するということであるが、実際にはどのような公開になるのかもう少し詳細に説明してほしい。

回答：現在4機関の間で公開に向けての取り組みについて、議論しているところであるが、実際問題としては、最初はユーザーを限定してパスワード等を発行して利用していくだけ、それによってシステムの利用に関するご意見や要望等を得てそれをフィードバックし、さらにシステムの整備を進め、1年後か2年後かはっきりしていないが、これでいけるという段階になって初めて一般公開を行うということになると現段階では考えている。

### 4. あとがき

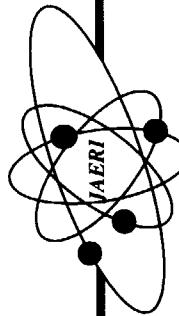
科学技術庁金属材料技術研究所、日本原子力研究所、動力炉・核燃料開発事業団及び科学技術振興事業団の4機関で開発及び整備を進めている原子力用材料データベースシステム（データフリーウェイシステム）の現状、システムを利用して得た耐熱合金の諸特性に関する知見の例及び今後の計画について紹介した。

今後、平成11年度末の一般公開に向けて、使いやすさの向上のためのシステムの改良を行い、データ量の確保とデバッグを含むデータの拡充を進めていく予定である。

## 参考文献

- (1) H. Nakajima, N. Yokoyama, F. Ueno, S. Kano, M. Fujita, Y. Kurihara and S. Iwata, Journal of Nuclear Materials, Vol. 212-215, pp. 1711-1714 (1994).
- (2) F. Ueno, S. Kano, M. Fujita, Y. Kurihara, H. Nakajima, N. Yokoyama and S. Iwata, Journal of Nuclear Science and Technology, Vol. 31, pp. 1314-1324 (1994).
- (3) 加治芳行、辻 宏和、崎野孝夫、藤田充苗、衣川純一、館 義昭、斎藤淳一、加納茂機、志村和樹、中島律子、岩田修一、日本原子力学会 1998 年秋の大会予稿集、第 3 分冊（核燃料サイクルと材料）、p. 554 (1998).

## 付録 1 . Viewgraph



平成 10 年 9 月 28 日  
日本原子力学会  
1998 年秋の大会

Data-Free-Way

### 原子力用材料データフリーWAYを用いた 耐熱合金諸特性の検索結果

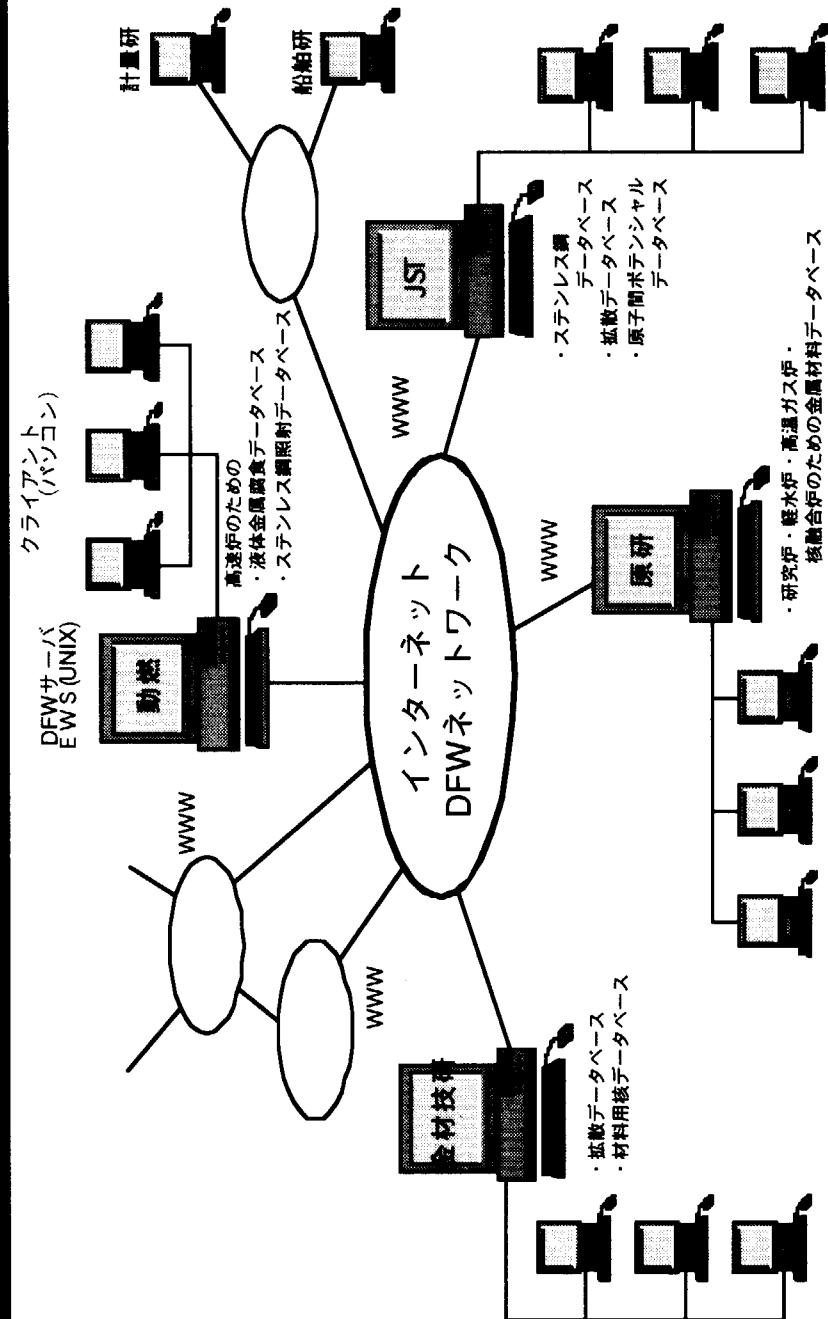
○ 加治芳行、辻 宏和、崎野孝夫（原研） 藤田充苗、衣川純一（金材技研）  
館 義昭、斎藤淳一、加納茂機（動燃） 志村和樹、中島律子（JST）  
岩田修一（東大）

- ・システムの現状
- ・耐熱合金諸特性の検索結果
- ・今後の計画

# Data-Free-Way

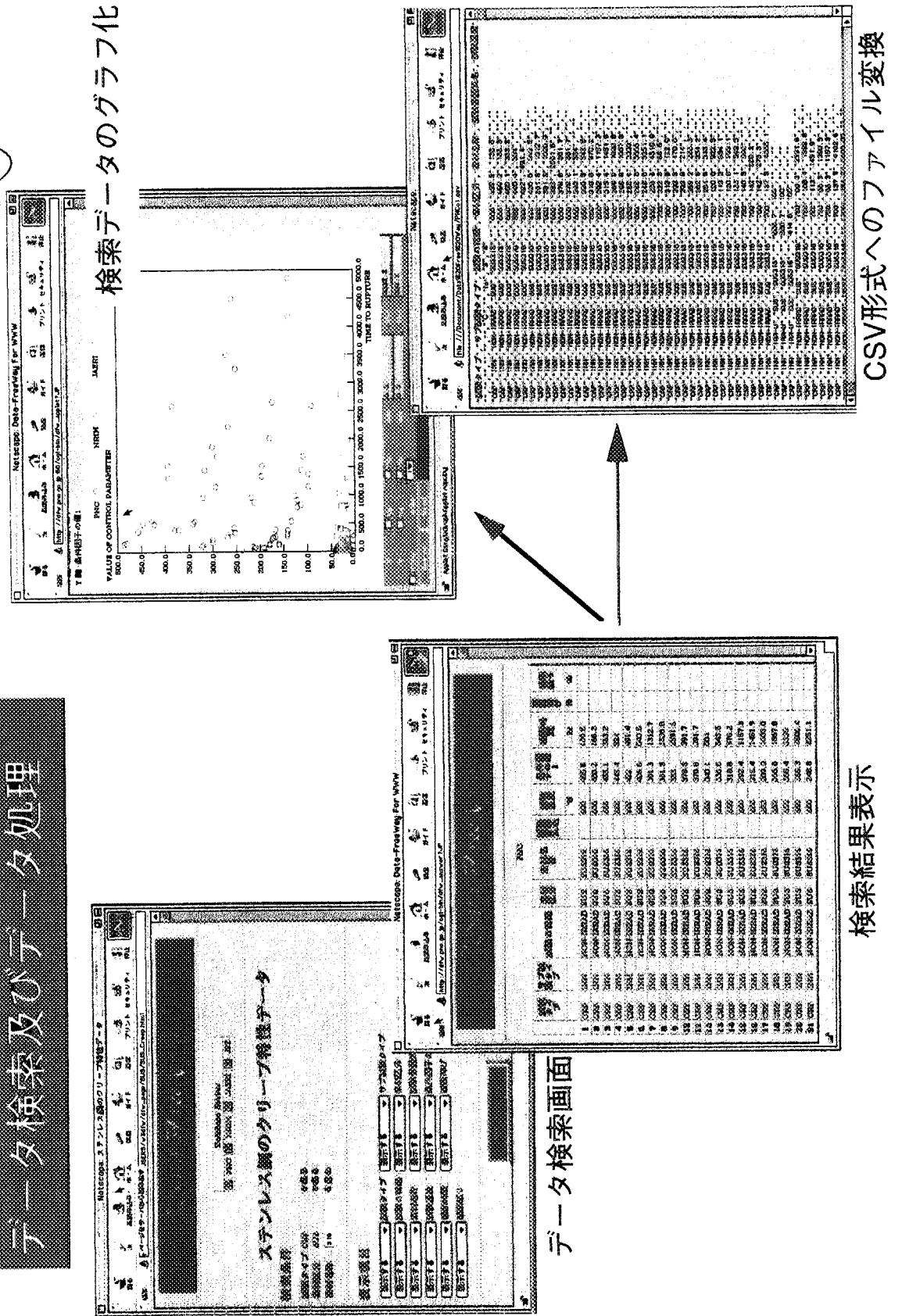
## データフリーウェイシステムの特徴

分散型データベース： 各機関に同じシステム環境（ハードウェア、ソフトウェア）を整備  
インターネットを用いたネットワーク  
データ検索： インターネット上のすべてのパソコンからデータ検索が可能  
データの格納： いる機関を意識することなく検索可能



# Data-Free-Way

## データ検索及びデータ処理



CSV形式へのファイル変換

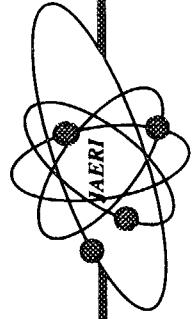
検索結果表示

Viewgraph 3

This is a blank page.

# Data-Free-Way

## データの整備状況

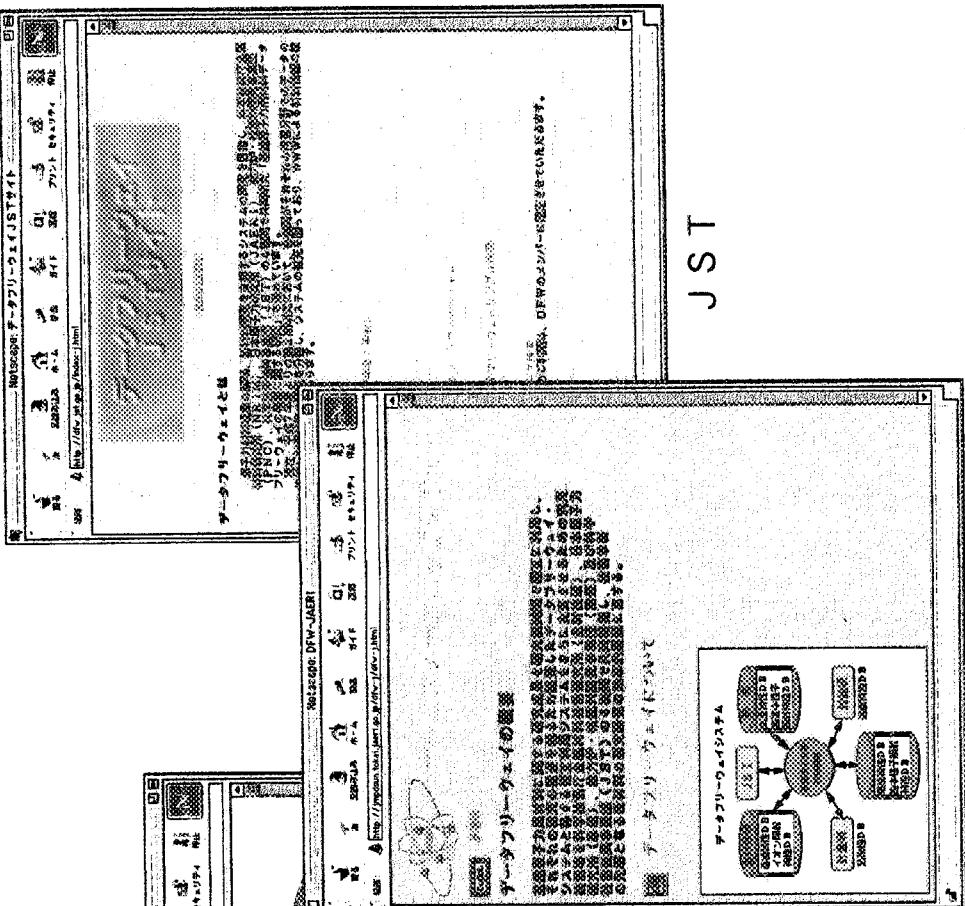
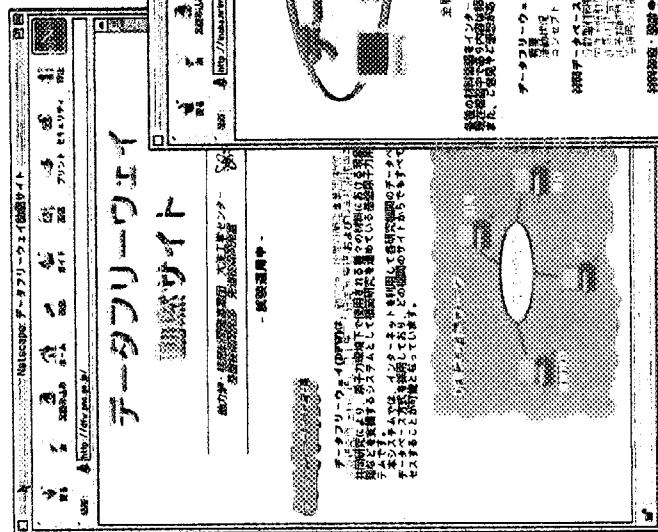


各機関のデータ入力状況		データベース整備状況
金材技研	超耐熱合金のクリープ、高温引張、 高温の空気・He・H中ガス腐食 ステンレス鋼のクリープ、引張 Ni Super アロイ(G7) 金属の拡散、材料用核データ	1000件 500件 1000件 4000件
	原子炉構造材料（低合金鋼・ステンレス 鋼）の低サイクル疲労・疲労き裂成長 高温ガス炉用材料（アロイ800H・ハスチ ロイXR・クロモリ鋼）の強度特性 試験研究炉用アルミニウム合金の強度特性 超耐熱合金の強度特性	1100件 1500件 500件 200件
	ステンレス鋼の照射特性	900件
動燃	セラミックスのNa共存性・照射特性 Li/Kによる金属材料の共存性・機械的性質 ステンレス鋼の照射特性 Nb/Mo基耐熱合金の照射特性・Li/K共存性	1400件 600件 400件 100件
	ステンレス鋼の照射効果 金属元素、構造用鋼・合金の拡散データ 原子間ボテンシャルに関する文献データ	5300件 1000件 16000件
	ステンレス鋼データベース 拡散データベース 原子間ボテンシャル文献データベース レビュー文献の全文データベース	
4 機関の合計 35500件		(平成10年8月末現在)

This is a blank page.

# Data-Free-Way

## DFW本ナビ



JST

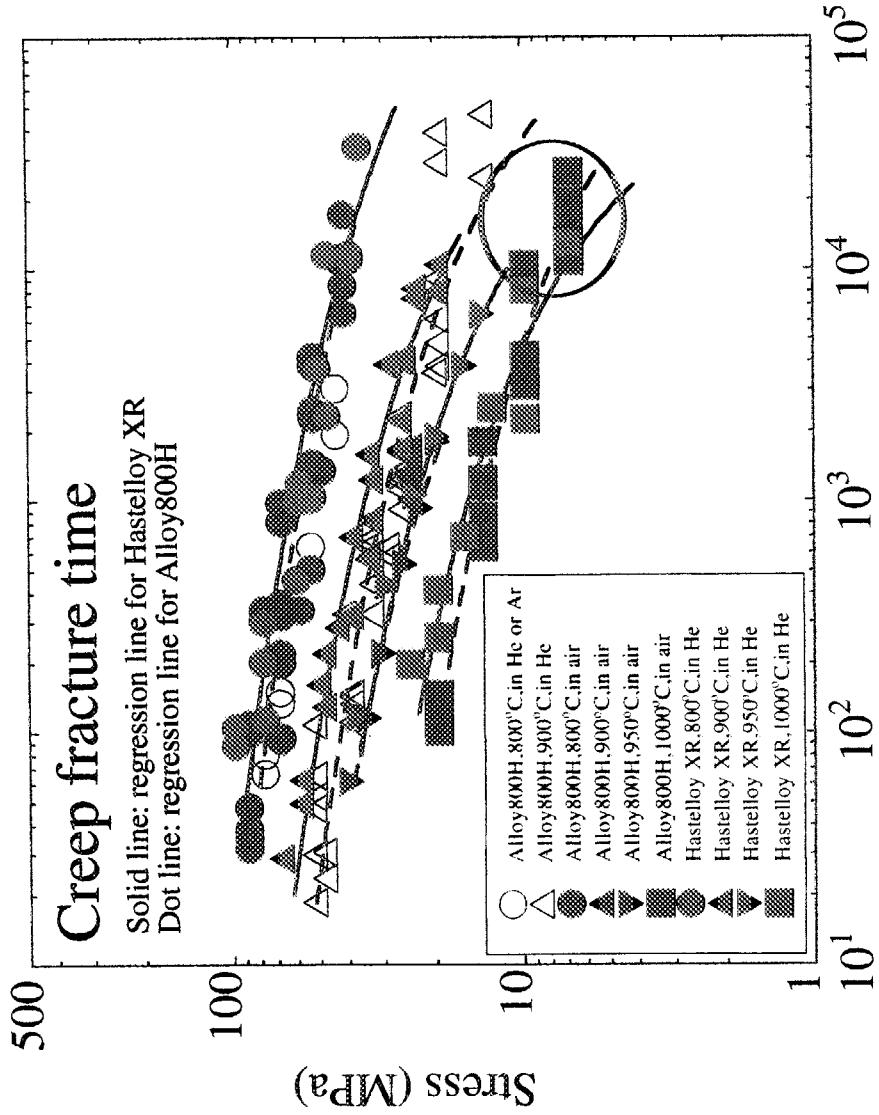
金材研

原研

Viewgraph 5

This is a blank page.

## クリープ破壊強度データの解析

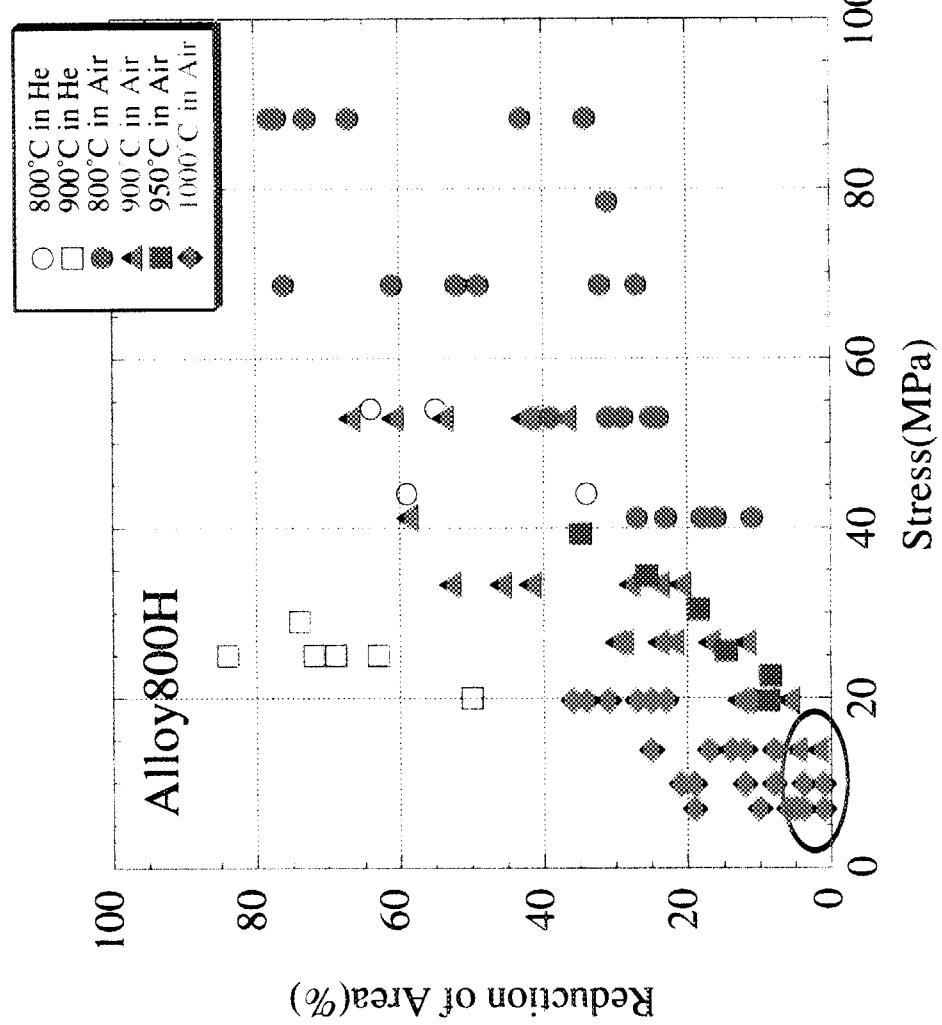


ニッケル基合金（ハスティルXR）の方が鉄基合金（アロイ800H）よりもクリープ破断強度が高い。

しかし高温・長時間側では、逆の傾向を示す。  
(試験雰囲気の影響)

This is a blank page.

## クリープ破断強度データの解析



空気中の方が不活性ガス  
中よりもクリープ破断絞  
りは小さくなる。

高温・長時間（低応力）  
側では、試験雰囲気は空  
気中であり、クリープ破  
断絞りの値は、5%以下  
と極端に小さい。

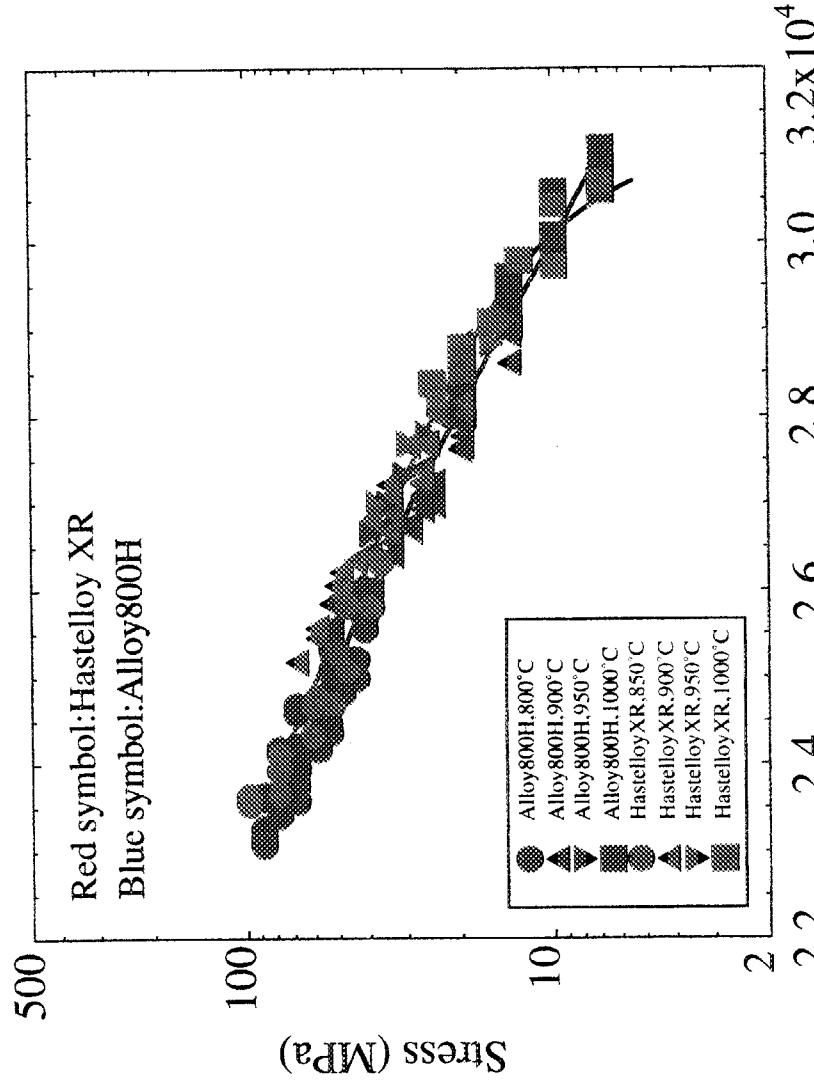


窒化による異常クリープ  
と呼ばれる現象である可  
能性が高い。

アロイ800Hのクリープ破断絞りに及ぼす試験雰囲気の影響

This is a blank page.

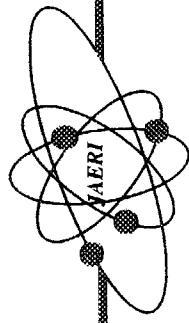
## クリープ破断強度データの解析



Larson-Miller Parameter,  $T(20 + \log_{10} t_r)$

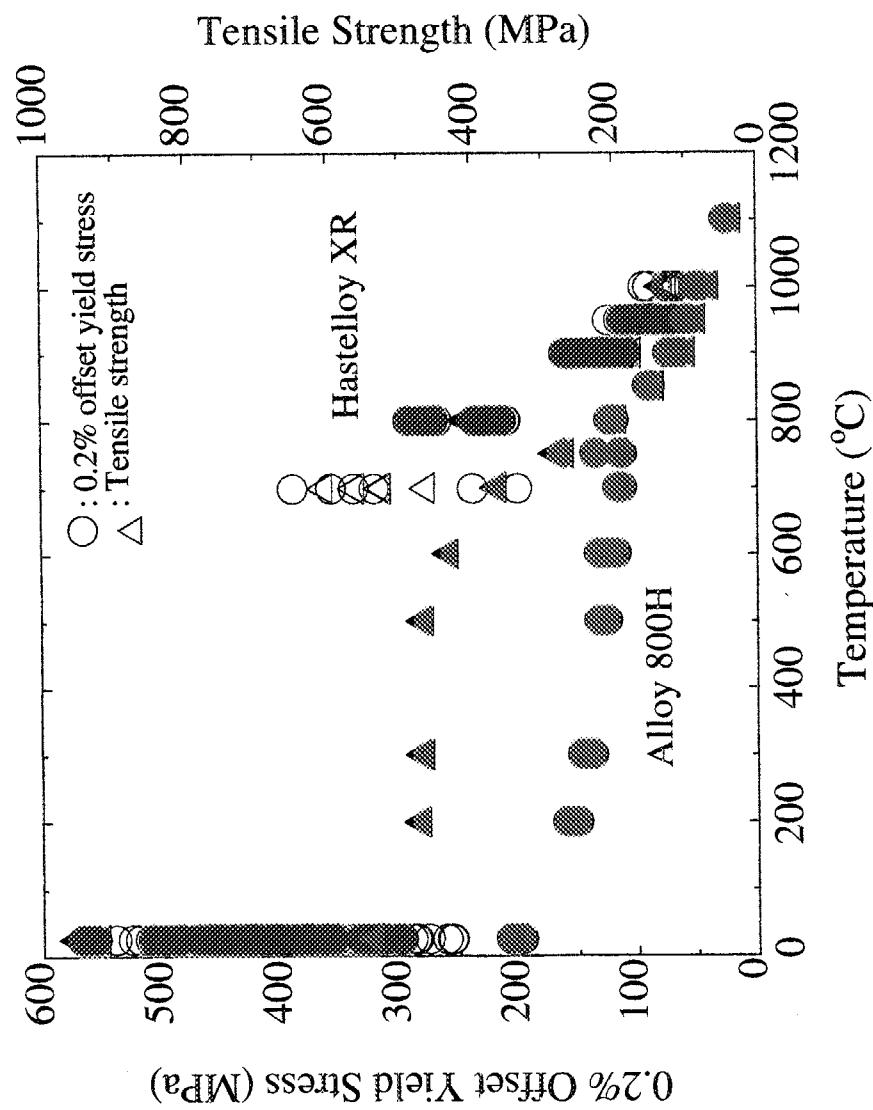
Larson-Millerパラメータによるクリープ破断時間の推定

ニッケル基合金（ハスティロイXR）と鉄基合金（アロイ800H）のクリープ破断時間は、Larson-Millerパラメータによつて推定可能。



This is a blank page.

## 引張特性データの解析



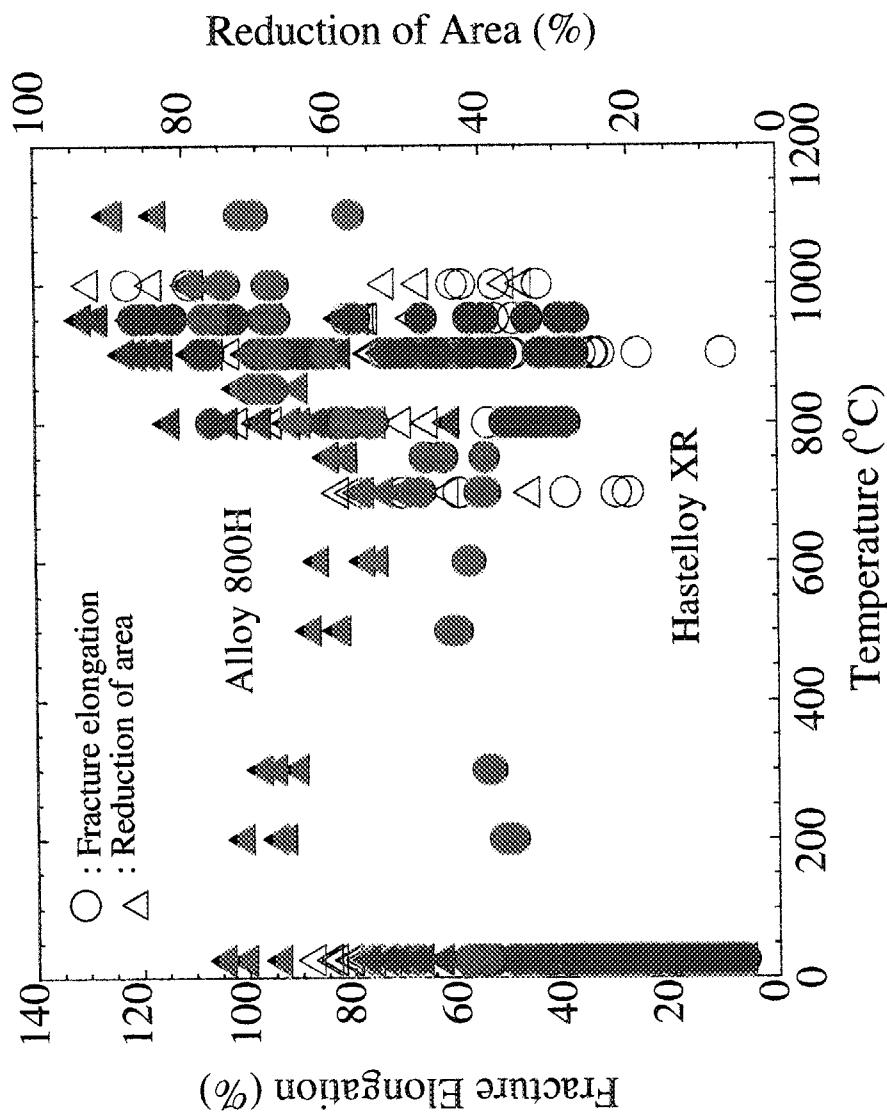
ニッケル基合金（ハステロイXR）の方が全ての温度領域において鉄基合金（アイ800H）よりも0.2%耐力及び引張強度は高い。

両合金とも700°C以上で急激に0.2%耐力及び引張強度が低下する。

ハステロイXRとアイ800Hの0.2%耐力及び引張強度の温度依存性

This is a blank page.

## 引張特性データの解析



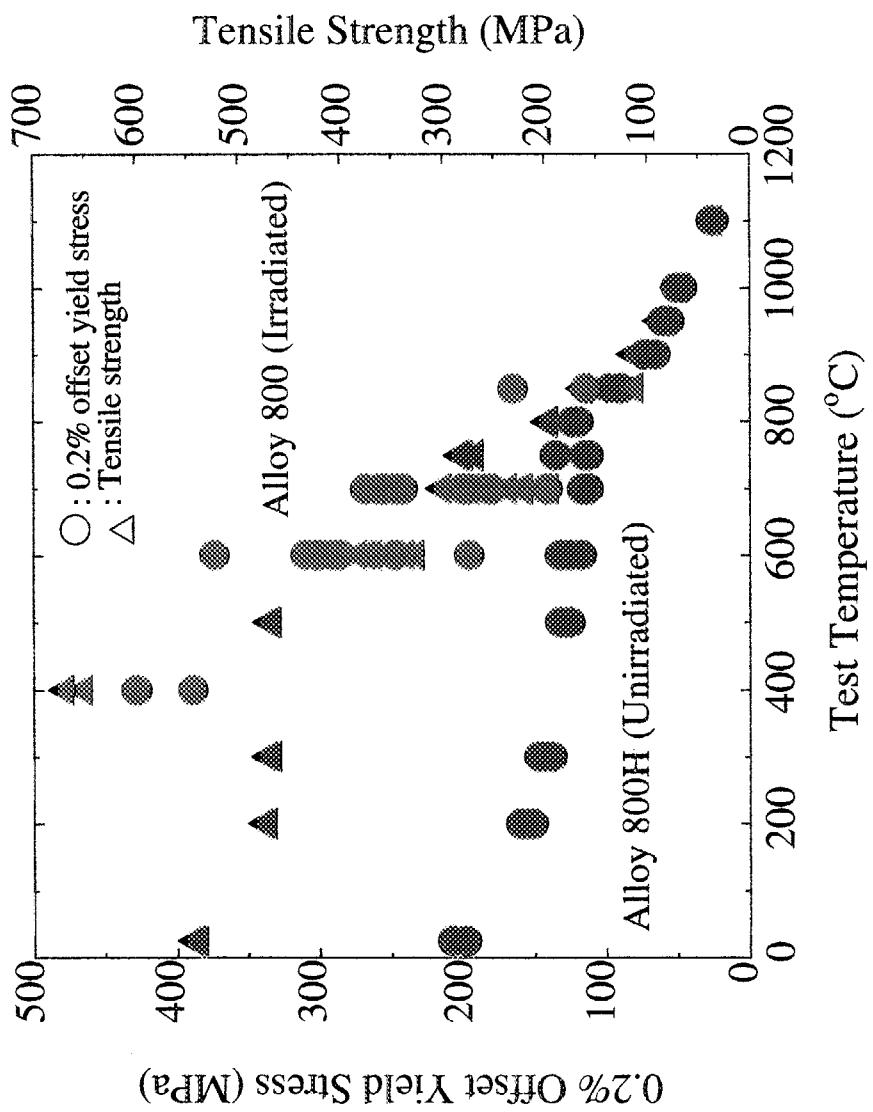
破断伸び及びび絞りの  
温度依存性に関して  
は、ニッケル基合金  
(ハスティロイXR) と  
鉄基合金(アロイ  
800H) の顕著な差異  
は認められない。

両合金とも700°C  
以上で破断伸び及び  
絞りが急激に増加す  
る。

ハスティロイXRとアロイ800Hの破断伸び及びび絞りの温度依存性

This is a blank page.

## 引張特性データの解析



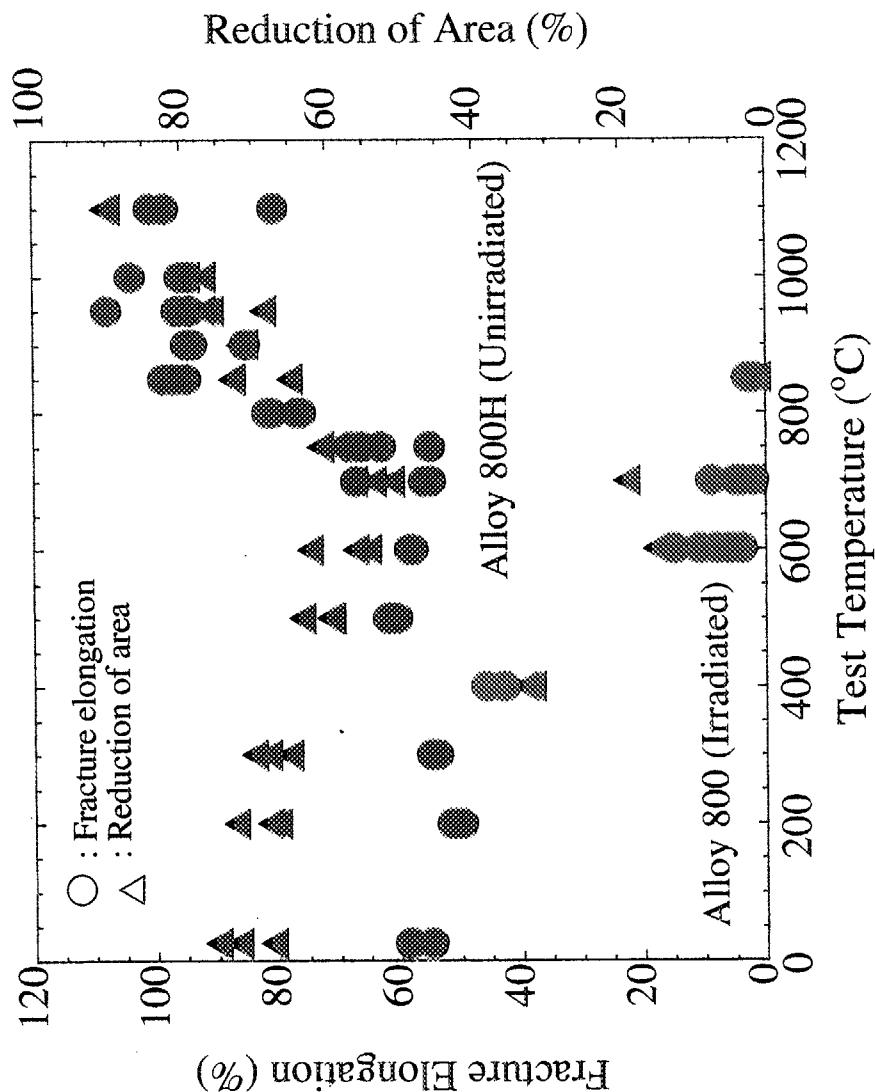
鉄基合金（アロイ800H）に関して、照射により0.2%耐力及び引張強度とも高くなっているが、引張強度の方が照射効果は小さい。

しかし試験温度が800°C以上ではほどんど照射の効果はありません。

アロイ800Hの0.2%耐力及び引張強度の温度依存性に及ぼす照射効果

This is a blank page.

## 引張特性データの解析



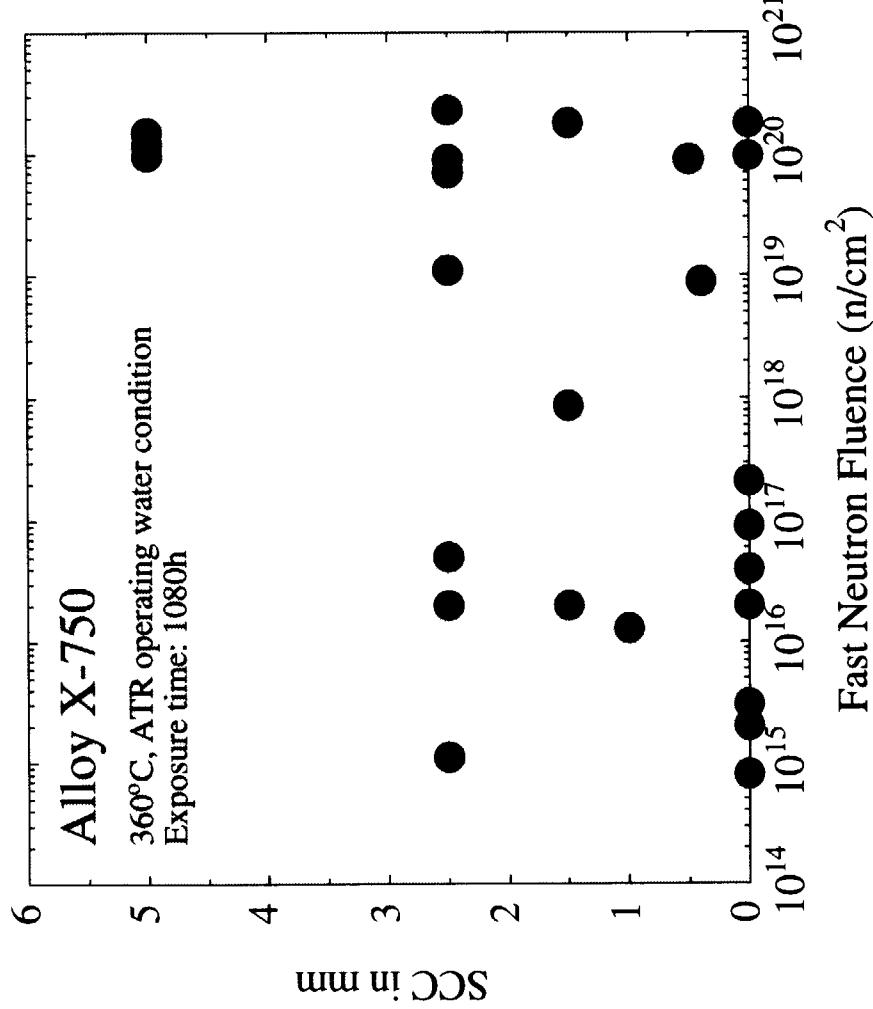
鉄基合金（アロイ800H）の破断伸び及び絞りに関する限りは、照射によりかなり小さくなる。

照射後の破断伸び及び絞りは、試験温度が高くなるに従つて極端に小さくなつていく。

アロイ800Hの破断伸び及び絞りの温度依存性に及ぼす照射効果

This is a blank page.

## 応力腐食割れデータの解析

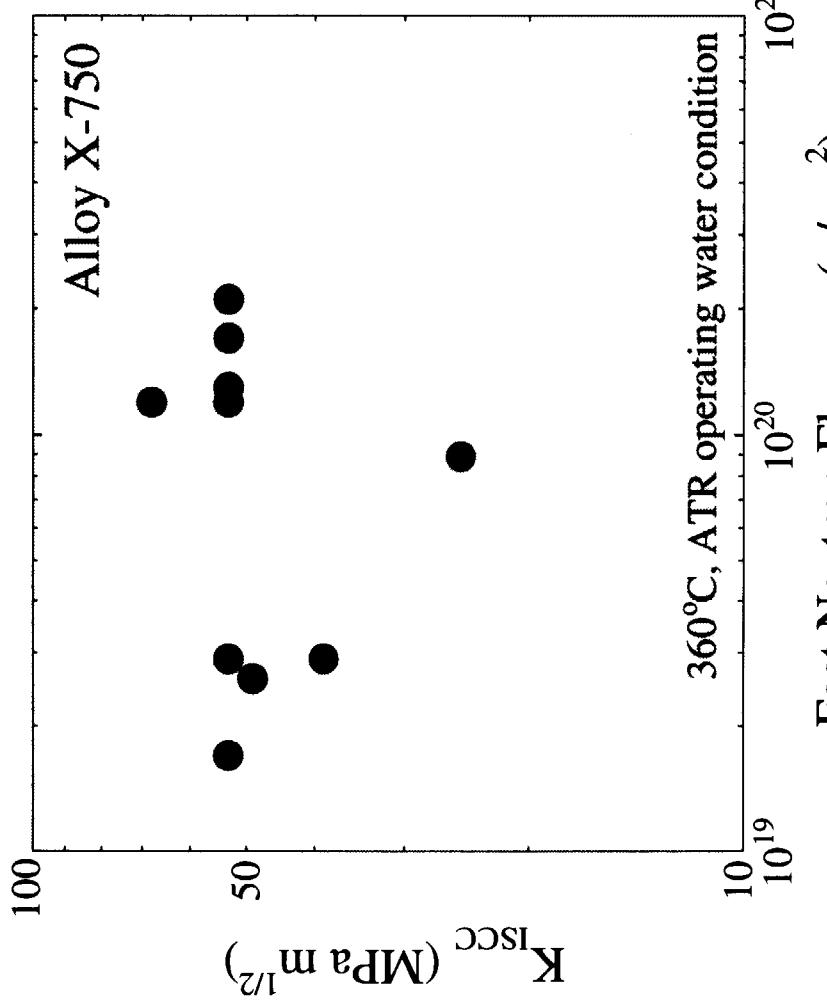


ニッケル基合金（アロイX-750）の応力腐食割れ(SCC)き裂進展量は、高速中性子照射量の増加に伴い大きくなる。

アロイX-750のSCCき裂進展量に及ぼす高速中性子照射量の影響

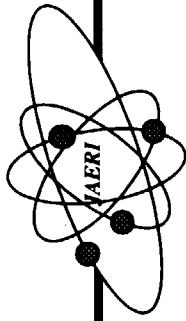
## Data-Free-Way

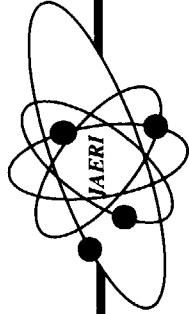
## 応力腐食割れデータの解析



ニッケル基合金（アロイX-750）の $K_{ISCC}$ は、高速中性子照射量に依存せずほぼ一定値を示す。

アロイX-750の $K_{ISCC}$ に及ぼす高速中性子照射量の影響





まとめ

1. データフリーウェイの現状紹介。
2. 格納データ中のうちの耐熱合金の諸特性に関する知見の例を紹介。
3. 今後の計画
  - 使いやすさの向上のためのシステムの改良
  - データの拡充（データ量の確保とデバック）
  - 公開のための機関間の調整
  - 他機関との連携

## 付録2. 学会発表予稿集に収録された要旨

### 原子力用材料データフリーウェイを用いた

#### 耐熱合金諸特性の検索結果

##### RETRIEVAL RESULTS ON VARIOUS PROPERTIES OF SUPERALLOY USING "DATA-FREE-WAY"

\* 原研 \*\* 金材技研 ○ 加治 芳行\*, 辻 宏和\*, 崎野 孝夫\*, 藤田 充苗\*\*,  
KAJI Yoshiyuki TSUJI Hirokazu SAKINO Takao FUJITA Mitsutane  
\*\*\* 動燃 \*\*\*\* JST 衣川 純一\*\*, 館 義昭\*\*\*, 斎藤 淳一\*\*\*, 加納 茂機\*\*\*,  
KINUGAWA Junichi TACHI Yoshiaki SAITO Junichi KANO Shigeki  
\*\*\*\*\* 東大 志村 和樹\*\*\*\*, 中島 律子\*\*\*\*, 岩田 修一\*\*\*\*,  
SHIMURA Kazuki NAKAJIMA Ritsuko IWATA Shuichi

金材技研、原研、動燃及び J S T の 4 機関が共同開発してきた分散型データベースシステム（データフリー ウェイ）を用いて耐熱合金のクリープ特性などを検索し、解析を行った結果を示す。

キーワード： 分散型材料データベース、データフリーウェイ、耐熱合金、クリープ特性

1. 緒言 金材技研、原研、動燃及び J S T の 4 機関が共同して、それぞれの得意分野の材料データを提供し、インターネットから相互利用が可能な分散型材料データベースシステム（データフリーウェイ）の開発を進めている。ここでは、データフリーウェイに格納された耐熱合金の各種特性データを検索し検討した結果について述べる。

2. システムの概要 データフリーウェイでは、原子力機器・構造物で使用される構造材料に対して、引張、クリープ、衝撃、疲労、腐食、破壊靭性、応力腐食割れ、S S R T、疲労亀裂伝播速度、スウェーリング等の特性データの収集・格納及び拡充を続けている。このシステムでは、格納されている機関を意識することなく、インターネットを利用して必要なデータの検索が可能である。

3. 検索結果と考察 データ検索結果から抽出した知見の例として、図 1 に Ni 基耐熱合金ハスティロイ XR と Fe 基耐熱合金アロイ 800H のクリープ特性の比較を示す。ハスティロイ XR に関してはヘリウムガス中のデータ、アロイ 800H に関しては不活性ガス中及び大気中のデータをプロットしている。一般に Ni 基耐熱合金ハスティロイ XR の方が Fe 基耐熱合金アロイ 800H よりもクリープ強度が高いことが知られているように、この検索結果もその傾向を示しているが、この図では特に長クリープ破断時間側で例外的な場合がみられる。これらの例外的なアロイ 800H のデータは、データフリーウェイから検索したデータから、大気中でのデータであり、破断絞りが極端に小さいことがわかった。したがって、アロイ 800H の極端に長いクリープ破断時間を示したのは、窒化による異常クリープと呼ばれている現象である可能性が高い。

4. 結言 多機関が提供する豊富なデータが検索可能なデータフリーウェイを利用することによって、一機関だけでは抽出できなかった種々の新たな知見を見いだせる可能性があることを明らかにした。

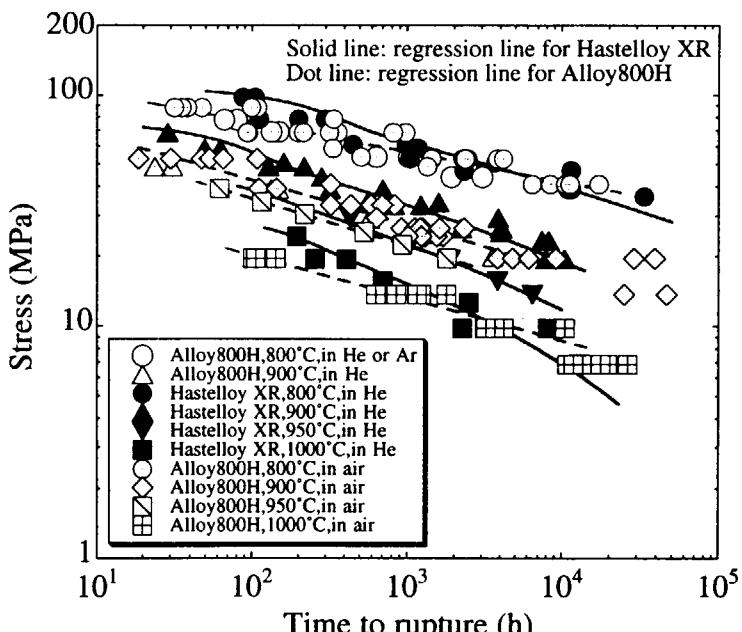


図 1 耐熱合金のクリープ特性の比較

## 国際単位系(SI)と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	N	m·kg/s <sup>2</sup>
圧力、応力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	N·m
功率、放熱束	ワット	W	J/s
電気量、電荷	クーロン	C	A·s
電位、電圧、起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラード	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m <sup>2</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束照度	ルーメン	lm	cd·sr
放射能	ルクス	lx	lm/m <sup>2</sup>
吸収線量	ベクレル	Bq	s <sup>-1</sup>
線量当量	グレイ	Gy	J/kg
	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名 称	記 号
分、時、日	min, h, d
度、分、秒	°, ', "
リットル	L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

$$1 \text{ eV} = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 <sup>18</sup>	エクサ	E
10 <sup>15</sup>	ペタ	P
10 <sup>12</sup>	テラ	T
10 <sup>9</sup>	ギガ	G
10 <sup>6</sup>	メガ	M
10 <sup>3</sup>	キロ	k
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h
10 <sup>1</sup>	デカ	da
10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>-18</sup>	アト	a

(注)

1. 表1~5は「国際単位系」第5版、国際度量衡局1985年刊行による。ただし、1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。

2. 表4には海里、ノット、アール、ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。

3. barは、JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。

4. EC関係理事会指令ではbar、barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

## 換 算 表

力	N(=10 <sup>5</sup> dyn)	kgf	lbf
1	0.101972	0.224809	
9.80665	1	2.20462	
4.44822	0.453592	1	

$$\text{粘度 } 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}(N\cdot\text{s}/\text{m}^2) = 10 \text{ P(ボアズ)}(\text{g}/(\text{cm}\cdot\text{s}))$$

$$\text{動粘度 } 1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St(ストークス)}(\text{cm}^2/\text{s})$$

圧	MPa(=10 bar)	kgf/cm <sup>2</sup>	atm	mmHg(Torr)	lbf/in <sup>2</sup> (psi)
力	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 <sup>3</sup>	145.038
0.0980665	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
0.101325	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
1.33322 × 10 <sup>-4</sup>	1.33322 × 10 <sup>-4</sup>	1.35951 × 10 <sup>-3</sup>	1.31579 × 10 <sup>-3</sup>	1	1.93368 × 10 <sup>-2</sup>
6.89476 × 10 <sup>-3</sup>	6.89476 × 10 <sup>-3</sup>	7.03070 × 10 <sup>-2</sup>	6.80460 × 10 <sup>-2</sup>	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J(=10 <sup>7</sup> erg)	kgf·m		kW·h		cal(計量法)	Btu	ft · lbf	eV	1 cal = 4.18605 J(計量法)	
		1	0.101972	2.77778 × 10 <sup>-7</sup>	0.238889					= 4.184 J(熱化学)	
9.80665	1	2.72407 × 10 <sup>-6</sup>	2.34270	9.29487 × 10 <sup>-3</sup>	7.23301	6.12082 × 10 <sup>19</sup>				= 4.1855 J(15 °C)	
3.6 × 10 <sup>6</sup>	3.67098 × 10 <sup>5</sup>	1	8.59999 × 10 <sup>5</sup>	3412.13	2.65522 × 10 <sup>6</sup>	2.24694 × 10 <sup>25</sup>				= 4.1868 J(国際蒸気表)	
4.18605	0.426858	1.16279 × 10 <sup>-6</sup>	1	3.96759 × 10 <sup>-3</sup>	3.08747	2.61272 × 10 <sup>19</sup>				仕事率 1 PS(仮馬力)	
1055.06	107.586	2.93072 × 10 <sup>-4</sup>	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 <sup>21</sup>				= 75 kgf·m/s	
1.35582	0.138255	3.76616 × 10 <sup>-7</sup>	0.323890	1.28506 × 10 <sup>-3</sup>	1	8.46233 × 10 <sup>18</sup>				= 735.499 W	
1.60218 × 10 <sup>-19</sup>	1.63377 × 10 <sup>-20</sup>	4.45050 × 10 <sup>-26</sup>	3.82743 × 10 <sup>-20</sup>	1.51857 × 10 <sup>-22</sup>	1.18171 × 10 <sup>-19</sup>	1					

放射能	Bq	Ci		吸収線量	Gy	rad	照射線量	C/kg	R	線量当量	Sv	rem
		1	2.70270 × 10 <sup>-11</sup>		1	100						
	3.7 × 10 <sup>10</sup>	1		0.01	1							

原子力用材料データフリーウェイを用いた耐熱合金諸特性の検索結果（共同研究）