

基盤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)の
インターネット利用にネットワーク網の整備・改訂

1997年7月

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to: Technical
Evaluation and Patent Office, Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation 9-13, 1-chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation)

基盤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）
のインターネット利用によるネットワーク網の整備・改訂

館 義昭¹⁾, 益子 真一²⁾, 加納 茂機¹⁾

要 旨

動燃, 金材技研, 原研およびJSTの4機関の共同研究により開発が進められたきたDFWシステムは、システムの整備にともない材料データの入力が行なわれてきている。動燃においては、セラミックスや耐熱合金等新素材のアルカリ腐食特性に関するデータを中心に実験データ、文献データあわせて約1200件のデータ入力がこれまでに進められている。また、昨今日覚ましく普及・発展してきているインターネットを利用したDFWの分散検索が可能となるようシステムの高度化を図るとともに、ネットワーク網の整備を行った。これはインターネットを介したクライアント-サーバ方式であるため、DFWマシン上にWWWサーバを設置し、WWWブラウザからのデータベース検索が可能となるようユーザインターフェイスを高度化した。また、このDFWシステムに外部機関からアクセス可能なようにマシンを動燃ファイアウォールの外側に設置するとともに、動燃の基幹LAN内からの利用およびメンテナンスを可能とするようなDFW-LANを整備した。これは、基幹LANを介して外部設置マシンとパソコン間のLANを構築し、データ作成・入力・解析処理等、これまでDFWマシン1台が行っていた処理作業をパソコンに分散させたものもある。これらの整備によりDFWはより高速かつ高性能なネットワーク上の利用が可能となり、材料データベースとしての有効性が一層高まった。

1) 大洗工学センター 基盤技術開発部 先進技術開発室
2) 原子力技術株式会社

PNC TN9430 97-003
July, 1997

Preparation of Improved Network by using Internet for the Database System
for Advanced Nuclear Materials, "Data Free Way"

Yoshiaki Tachi¹⁾, Shin-ichi Mashiko²⁾, Shigeki Kano¹⁾

ABSTRACT

The database system named "Data Free Way (DFW)" has been constructed in collaboration with PNC, NRIM, JAERI and JST, and a lot of materials data have been stored in DFW with its improvements. Experimental and literature data on corrosion behaviors of ceramics and refractory metals based alloys against alkali metals have been inputted in DFW of PNC site. The DFW system and the network situation around it have been improved to retrieve distributed database by using Internet. The WWW server has been set in DFW machine for client-server system and user's interface has been developed in order to retrieve the database through WWW browser. The DFW server machine of PNC has been set outside of security system called Firewall for access from other organizations directly, and the local area network of DFW (DFW-LAN) has been constructed to be possible to use and maintain DFW system through the PNC main network. This consists of some personal computers, which play part in preparation, input and analysis of database, instead of engineering workstation. These improvements have brought more effective value to DFW as a advanced material database system.

1) Frontier technology section, Advanced technology Division, Oarai Engineering Center, PNC
2) Nuclear Engineering Corporation

基盤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）の
インターネット利用によるネットワーク網の整備・改訂

目 次

1. はじめに	1
2. データフリーウェイシステムの概要	1
3. データ入力	1
4. ネットワーク網の整備	3
5. システムの保守・管理	5
6. まとめ	5
7. 謝辞	6
参考文献	7

図表リスト

表 1	年度別データ収集件数	8
図 1	格納データの可視化例－1	9
図 2	格納データの可視化例－2	10
図 3	データ解析処理技術の展開	11
図 4	DFWシステムのネットワーク概略	12
図 5	DFW-LANの概要	13

1. はじめに

動燃、金材技研、原研及びJSTの4機関は、平成2年度から6年度にかけて開発・構築してきた基盤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；以下、DFWと記す）^{1) 2)}において、その付加価値を高めるため、システムの高度化やネットワーク網の整備を中心とした利用技術開発についての共同研究を平成7年度から実施している³⁾。DFWの利用技術開発としては、これまでにインターネット上の利用を可能とするシステムの高度化やそれに伴うネットワーク網の整備を行ってきており、ネットワークを含めた具体的なシステム整備においては、実際には各機関毎のそれぞれ異なった状況に応じた整備を進めてきている。ここでは、動燃におけるネットワーク網の整備、データベース内へのデータ入力の現状とデータ拡充のための今後の展開等について述べる。

2. DFW（データフリーウェイ）システムの概要

本データベースシステムは平成2年度から6年度にかけて、動燃、金材技研及び原研の3機関がこれまで分散・細分化されていた原子力材料に関するデータを統合し、各研究者が相互利用可能なように整備することを目的に開発・構築されたものである。基本システムとしては、それぞれの機関にワークステーションを設置し、おのおの専用電話回線で接続した分散型データベースを構築した。これにより、各機関毎に格納されている材料データに対して、利用者はその所在を意識することなしにデータを検索し、利用することが可能となった。また、データベースとしてはリレーショナル型を選択し、データベース管理システムにはORACLEを採用した。データベース検索には、利用者がそのデータベース構造を熟知していないなくても利用可能なようにユーザインターフェイスを開発し、整備した。本データベースシステムでは、入力データを約80種のテーブル内の約800種のデータ項目に分類し、1試験片単位で関連するデータを格納できるようなデータ構造を有している。数値、文字データ以外に画像データの取扱いが可能である。

このような基本システム構築やネットワーク網の整備を3機関の共同研究として実施してくるとともに、平成5年度からはJICST（現：JST）を含めた4機関で、それぞれの機関の特色に応じたDFW整備を各機関独自に実施してきた。以下に、これまでに動燃内で行ってきたデータ入力やネットワーク整備について述べる。

3. データ入力

DFWに対するデータ入力は、おのおのの機関ごとに関連するデータを収集し、入力している。ここでは、動燃においてこれまでに実施してきたデータ入力について述べる。動燃においては、セラミックスのNa腐食特性データやNb基及びMo基耐熱合金のLi腐食データ等の実験データとそれらに関連する文献データを対象にデータベース入力を実行している。実験データとしては、数値データとともに材料の組織観察写真（光学顕微鏡写真、電子顕微鏡写真など）や分析データ等を画像データとして入力している。画像データは、検索・表示時に用いるアイコン画像と詳細観察時に用いる高画質画像（tiff形式）の2種類を設定し、同一画像データについてそれぞれ2つの画像データをカラーライマージスキャナーを用いて入力している。平成8年末現在の入力件数は、実験データ

タが約200件、画像データが約100件である。また、文献データとしては研究開発対象としている材料に対して関連する多くの文献よりデータを収集し入力している。これまでに表1に示すデータ数を文献より抽出し、データベース内への入力を進めてきている。今後も継続的にこれらのデータ収集及びデータベース入力を進めるとともに、4機関が共同して実施しているオーステナイト系ステンレス鋼の照射特性に関するデータの拡充を図っていく予定である。

また、格納されているデータの活用として、今回、格納データの状況を把握する目的で、特定条件での検索を行い、その検索結果のグラフ化（可視化）を試みた。代表的な高融点金属であるMo基合金の中性子照射後の引張試験に関するデータの検索を行った。その検索結果から得られたグラフを図1に示す。また、検索したデータを再度引張試験温度と中性子照射量のパラメータでグラフ化し、図2に示すグラフを得た。図1と図2から、本データベース内に格納されているMo基合金の照射後引張試験に関するデータの特徴を容易に知ることができる。つまり、「本データベース内には図2に示される範囲の試験条件で中性子照射されたMo基合金に関するデータが格納されており、それぞれのMo基合金は図1に示される引張特性を有している」、ということがわかる。このように、格納データのグラフ化を行うことにより、データベース内に現存するデータについて、その特徴や偏り等を直接把握することができ、今後のデータ収集の方向性に対して非常に有効な指針を得ることができる。今後も引き続き文献データを対象に、格納データの可視化を進め、格納データの状況の的確な把握をしていくとともに、総合材料データベースの大きな特徴である新たな知見の創出を目指して、格納データの活用を図っていく予定である。

さらに、材料データベースが格納データとともにその格納データを対象としたさまざまな解析処理機能を保有することは、近年目覚ましく発展してきている計算機を利用した材料設計等と同様に、今後の材料開発において有力な手法の一つとなっていくことが期待される。現在、DFWシステムの動燃サイトでは、データベースと画像処理技術との連携により、材料開発における有用な知見の創出や複雑な現象の把握を可能とするようなデータ解析処理技術の開発・整備を進めている。例えば、金属やセラミックス等の材料の液体アルカリ金属に対する腐食特性に関しては、その腐食挙動にさまざまな環境因子が影響していることが考えられる。腐食メカニズムの詳細を解明するためには、関連する環境因子情報の系統的な収集・整備とともに腐食状態の把握の一助となる画像データの解析処理が非常に重要な役割を果たす。画像データの解析処理技術を発展させることにより、複雑現象の理解やメカニズムの解明がより容易になり、将来的には、関連する物理量を予測することも可能となることが期待できる。

その他に、完成されたさまざまな計算コードをDFWシステム内に設定されているアプリケーションソフトウェアの拡張領域に整備することにより、格納データを利用した各種の計算が可能となり、同時に、計算結果自体のデータベース化も可能となる。格納データの効果的な利用の一環として、今後各種のデータ解析処理ソフトウェアをDFWシステムに整備していく予定である。DFWシステムにおけるデータ解析処理技術の今後の展開を図3示す。

4. ネットワーク網の整備

データの拡充とともにDFWの利用環境、特にネットワーク網を整備することが非常に重要であり、大容量のデータを授受するデータベース検索においては高速かつ高信頼性のネットワーク網の整備が必要不可欠である。ここでは、DFWの高度化のために整備したシステムを活用するために行った動燃内のネットワーク整備について述べる。

DFWにおいては、その普及率と性能からインターネット上でデータベース検索が可能なようにデータベースサーバとネットワーク網の整備を4機関が協力して行った。サーバの整備は、DFW利用をインターネットのWWWで可能とするように、WWWで用いられるHTMLを処理するためのプログラムをデータベースシステムが稼働するワークステーション上に設置した³⁾。これにより、DFWはインターネットに接続可能なあらゆる計算機（クライアントマシン）からWWWブラウザを介してデータベース検索の要求を出すことが可能となり、検索処理が行なわれたその結果もまたWWWブラウザを通して利用者へ送られ、利用者は自分自身のパソコン等の計算機を使ってDFWを利用することができる。この利用者とDFWとのクライアント・サーバシステムを支えるものが高速通信回線であり、昨今日覚ましく発展してきているインターネット技術である。

DFWシステムは4機関相互にネットワーク接続されたデータベースシステムであるため、多機関にまたがるコンピュータ間の双方向通信が可能なネットワーク環境が必要となる。しかしながら、動燃内のネットワークには動燃全体のセキュリティ確保のためのファイアウォール（防火壁）と呼ばれるセキュリティシステムが施されており、外部機関との完全な双方向通信は困難であるのが現状である。そこで、動燃のセキュリティシステムを管理している情報システム室（以下、情報センターと記す）との綿密な連携により、DFWシステムを搭載したワークステーションをファイアウォールの外側に設置することで、特定の外部機関との双方向通信を可能とするネットワーク環境を整備した。コンピュータ間の通信時に必要となる各種プロトコルをDFWシステムで使用するものに限定し、さらに特定のコンピュータ間のみで使用することを可能とする設定をセキュリティシステムに対して行い、強固なセキュリティを維持しつつ、双方向通信が可能なネットワーク環境を実現した。それにより、動燃内部からのデータベース検索時には各外部機関のデータベースにそれぞれアクセスできるが、外部機関からのデータベース検索時には、動燃サイトのデータベースとしてはファイアウォールの外側に設置されている外部公開用ワークステーションに限ってアクセスが可能となっている。すなわち、ファイアウォール以下の動燃基幹LAN内のセキュリティは完全に確保されている。図4にその概要を示す。

このような状況にともない動燃内からのDFW利用についてもネットワークの整備を行った。これまで1台のワークステーション上で行っていたデータベース構築とその管理、データ入力と検索、さらにデータ解析処理等の作業をワークステーション及びパーソナルコンピュータに分散させたクライアント・サーバ方式によるDFW-LANの整備を進めてきた。現在、DFW-LANは以下に示す機器で構成され、それぞれの機器は大洗工学センター基幹LANを利用して相互に接続されている。

[DFW-LAN構成機器]

- (1)外部公開用ワークステーション
- (2)内部利用用ワークステーション
- (3)入力データ作成用パーソナルコンピュータ
- (4)データ入力及びDFWシステム管理用パーソナルコンピュータ
- (5)データ解析及び利用技術開発用パーソナルコンピュータ
- (6)ネットワーク対応プリンタ

これらの機器はそれぞれDFWシステムにおける処理の分散化を実現するために役割分担されている。以下にそれぞれの機器の役割及び特徴を述べる。また、DFW-LANの概略を図5に示す。

- (1)外部公開用ワークステーションは、他機関及び一般利用者向けの公開データを格納したデータベースシステムであり、平成7年度及び8年度に開発したインターネット対応のWWW検索システムにより複数人によるデータベース検索が可能になっている。
- (2)内部利用用ワークステーションでは、DFWシステムの内部データベースとして利用することを目的として外部公開用ワークステーションと同様のリレーショナルデータベースを構築しており、未公開データの格納・管理及び公開用データベースのバックアップに利用している。また、これはデータベース利用技術の開発及び外部公開用ワークステーションのシステム管理等にも利用している。外部公開用ワークステーションのシステム管理には、内部及び外部のワークステーション間でのTELNET, FTPを利用して行っている。さらに、今後はインターネット整備の一環として動燃内のDFWシステムサーバとして使用することを計画している。
- (3)入力データ作成用パーソナルコンピュータでは、各種の実験から得られたデータのDFW入力用形式への編集を行っている。数値データはデータベースで定義されている単位へ換算し、画像データはWWWでの利用を前提とした画像形式へ変換・加工している。
- (4)データ入力及びDFWシステム管理用パーソナルコンピュータでは、データベースへのデータ入力作業及び内部利用用ワークステーションと同様のDFWシステムのメンテナンス・バックアップ管理等を行っている。データ入力では入力作業の簡素化・効率化を図るために開発した入力支援システムを利用している。システム管理は外部公開用ワークステーションに対してTELNETを利用した遠隔操作で行っている。
- (5)データ解析及び利用技術開発用パーソナルコンピュータでは、検索されたデータに対する市販のソフトウェアを利用したデータ解析及び画像データの処理を含む新たな解析技術の開発を行っている。
- (6)ネットワーク対応プリンタは解析処理結果等の出力に使用する。ネットワーク対応であるためLANに接続されたワークステーション及びパーソナルコンピュータから共有して利用できる。現在、DFW-LAN内にはモノクロレーザープリンタ3台とカ

ラープリンタ 1台の計4台のプリンターが接続されており、それぞれの用途に応じて使い分けられている。

5. DFWシステムの保守・管理

コンピュータを利用したシステム開発を実施していく上で、ハードウェア及びソフトウェアのシステム保守・管理は品質管理の点からも非常に重要であり、DFWシステム開発においても同様である。DFWシステムにおけるデータベースシステムならびにデータベース内に格納されているデータ群の保守・管理について動燃内の現状について述べる。

(1)データベースシステムの保守

DFWにおけるデータベースシステムの保守は、各年度毎にメーカーとの間で保守契約を交わし、その契約に基づいて行っている。データベースシステムの障害発生時には各機関の開発担当者が中心となってメーカーとの綿密な連携のもとでシステム障害を復旧させる体制をとっている。また、独自に開発したシステムプログラムに関しても、隨時、各機関の開発担当者により不具合点の調査が行われ、それらの調査結果を毎月開かれるDFW幹事会において報告・協議し、不具合点の改善を図っている。

(2)データベースシステムの管理

各機関の開発担当者がそれぞれの機関の開発環境においてDFWシステムの管理を行っている。動燃では、インターネットを利用した外部機関との通信環境の確保とともにセキュリティの確保のために動燃情報センター内に設置した外部公開用ワークステーションに対して、所内LANを利用した遠隔操作によるシステムメンテナンス及びデータバックアップ等の管理を行っている。この遠隔操作には、内部利用用ワークステーションあるいは内部パーソナルコンピュータと外部公開用ワークステーション間のTELNET, FTPを利用している。

今後、インターネットを利用した各外部機関及びメーカーとの情報交換環境などのシステム障害発生時に迅速に対応できる環境の整備を行い、システム保守・管理の効率化を図っていく予定である。

6. まとめ

基盤原子力用材料データベースシステムであるDFWシステムのインターネット利用に伴い整備を進めてきたネットワークとデータベース内に格納されているデータについて動燃内における状況を述べてきた。これまでのネットワーク網の整備により、DFWはインターネットを利用した外部機関からのアクセスが可能となり、同時にセキュリティが施されている内部基幹LANからの利用も可能となった。また、実験データ及び文献データの収集、入力が進み、データベースとしての体をなしてきている。なお、システム開発の詳細については共同研究報告書^{1) 2) 3)}を参照されたい。

今後はより一層のシステム整備とともに、格納データの拡充を進める。また、データベースを利用した材料研究として、新たな知見の創出を目指していく予定である。

7. 謝辞

動燃での基幹LAN及びインターネットとの接続並びに情報のセキュリティ管理等のネットワーク網の整備において、技術協力部情報システム室の佐藤一雄室長、菅谷寿男主査、青木和久研究員はじめ多くの方々のご協力・ご支援をいただいた。ここに感謝の意を表する。

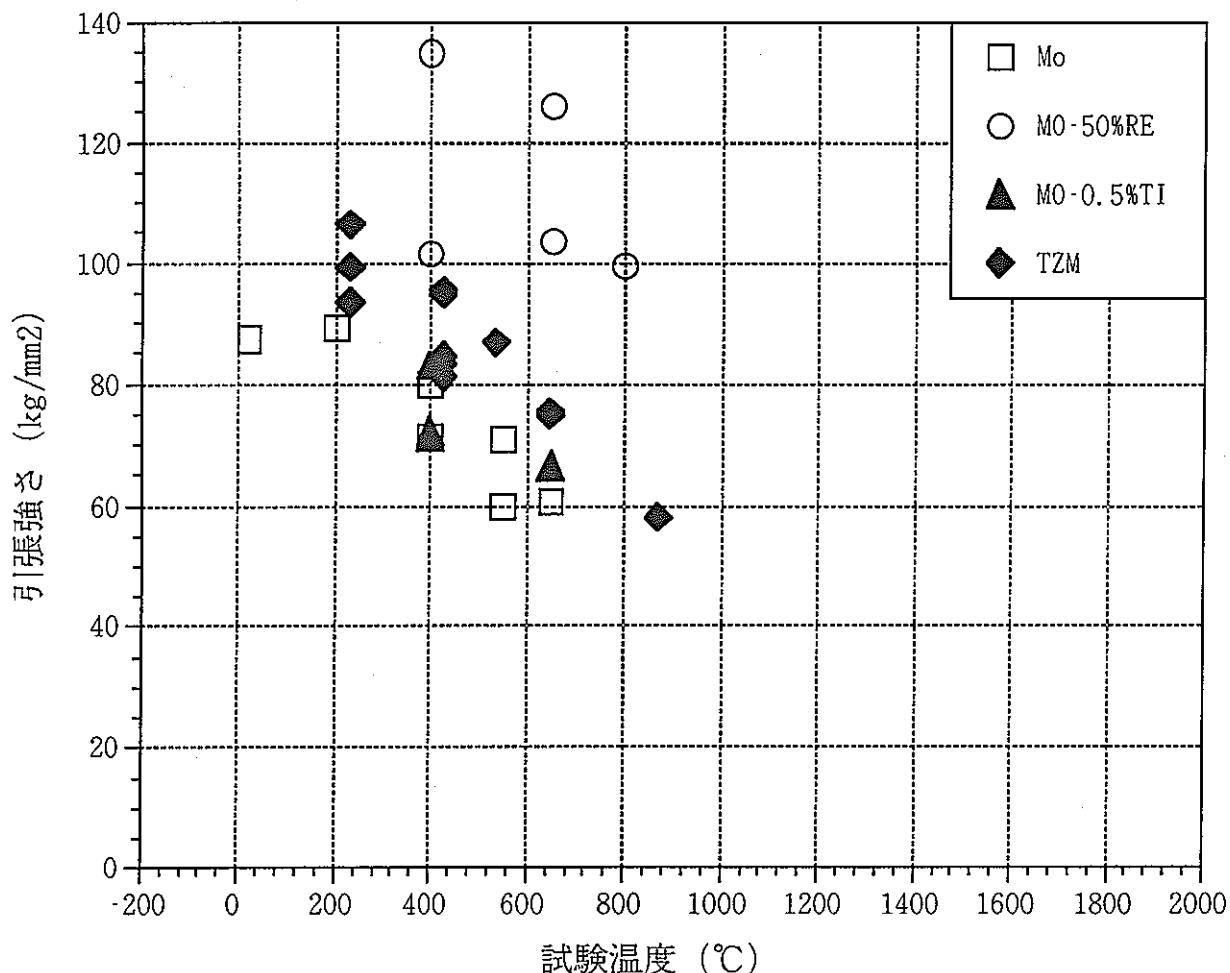
参考文献

- 1) 上野文義, 加納茂機, 他, 基盤原子力用材料データフリーウェイ・システムの開発:PNC ZY9449 92-001 (1992)
- 2) 藤田充苗, 栗原 豊, 他, 基盤原子力用材料データフリーウェイ・システムの開発:PNC ZY9502 95-001 (1995)
- 3) 加納茂機, 館 義昭, 他, 基盤原子力用材料データフリーウェイ・システム共同研究報告書:PNC ZY9449 97-001 (1997)

表1 年度別データ収集件数

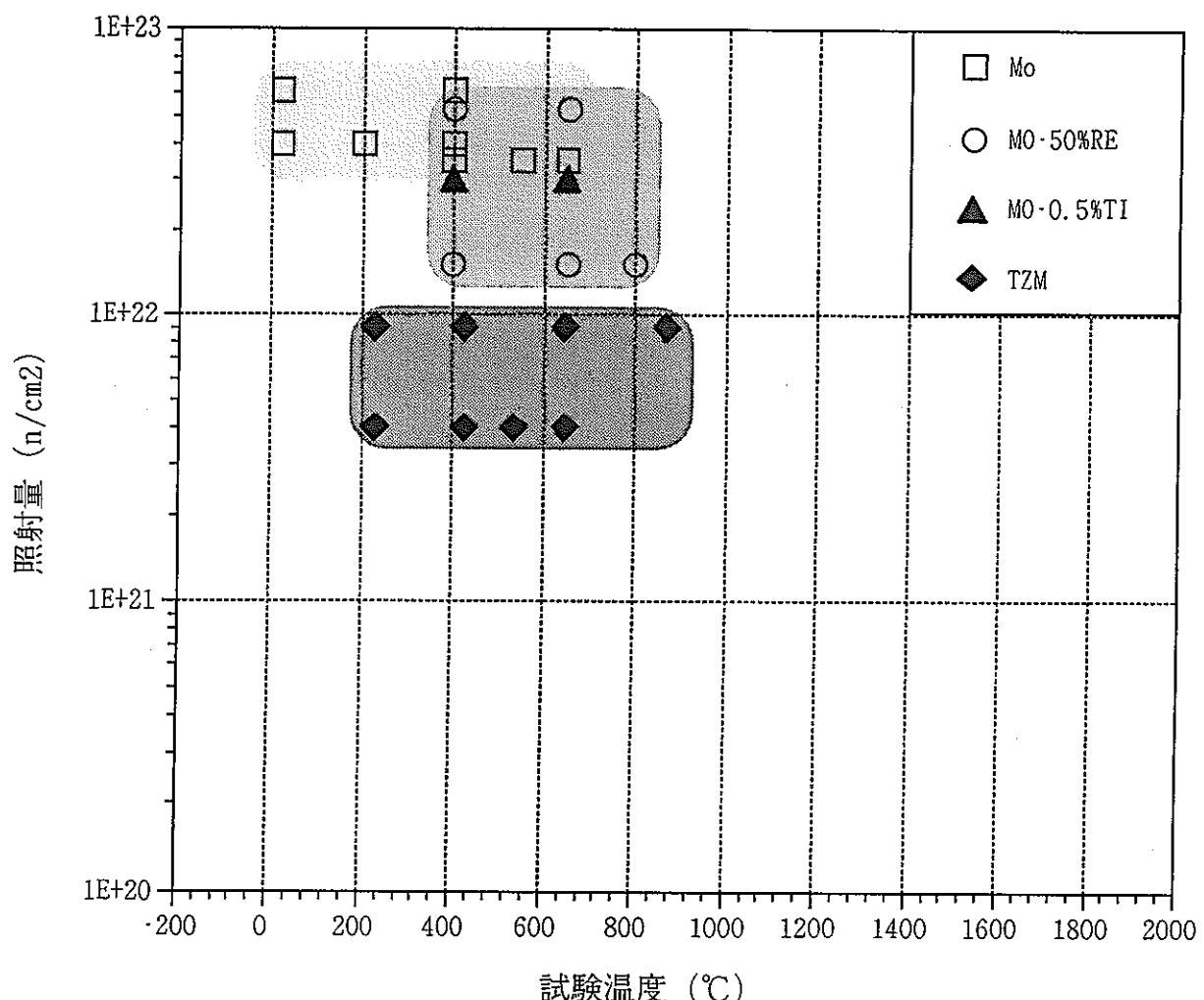
1995年末現在

年度	耐熱合金		セラミックス		合計	
	文献数	データ数	文献数	データ数	文献数	データ数
1991	33	1458	0	0	33	1458
1992	24	569	38	579	62	1148
1993	12	296	25	271	37	567
1994	18	983	15	187	33	1170
1995	8	309	22	493	30	802
合計	95	3615	100	1530	195	5145



中性子照射されたMo基合金の引張強さ

図1 格納データの可視化例-1



中性子照射されたMo基合金の照射量と照射温度

図2 格納データの可視化例-2

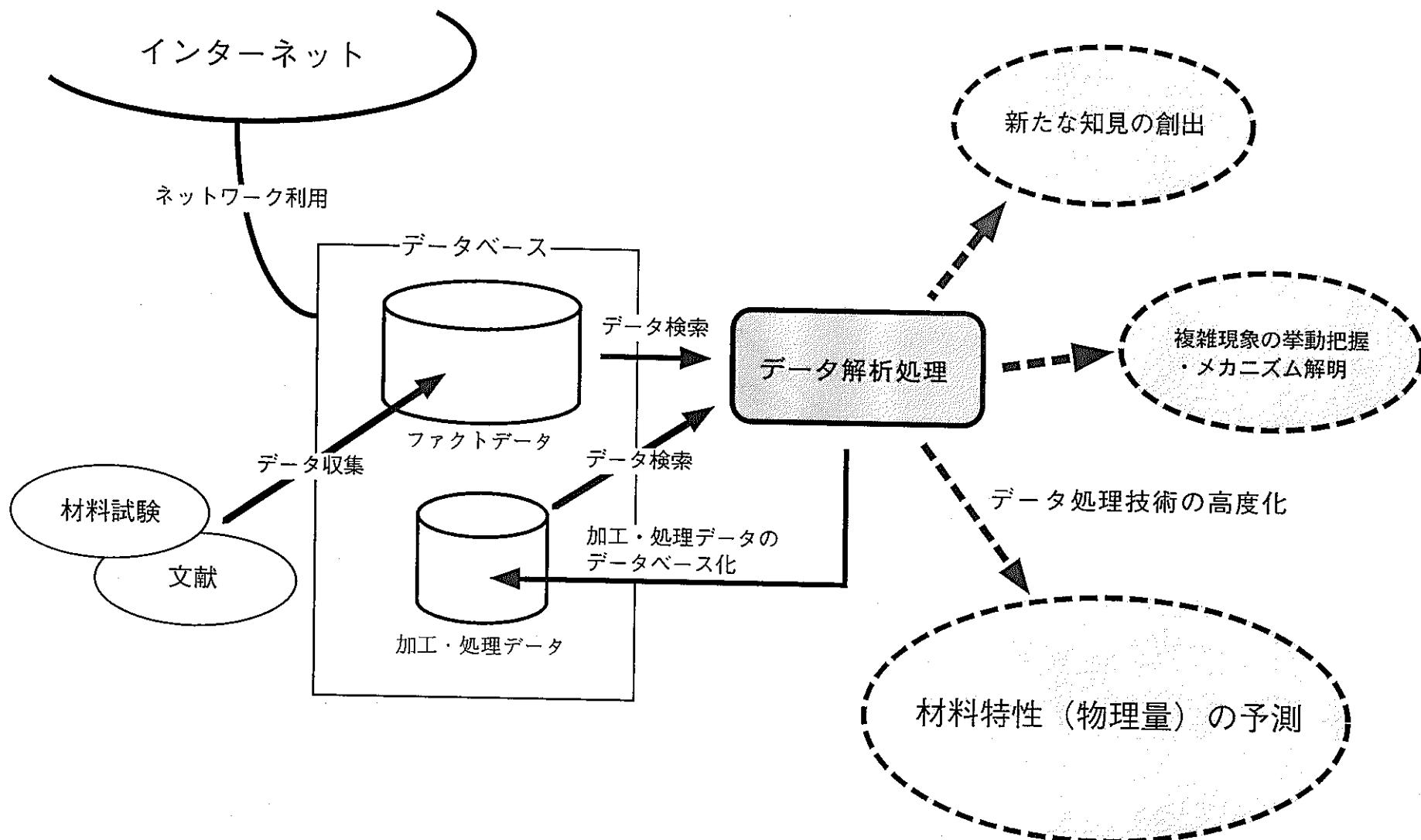


図3 データ解析処理技術の展開

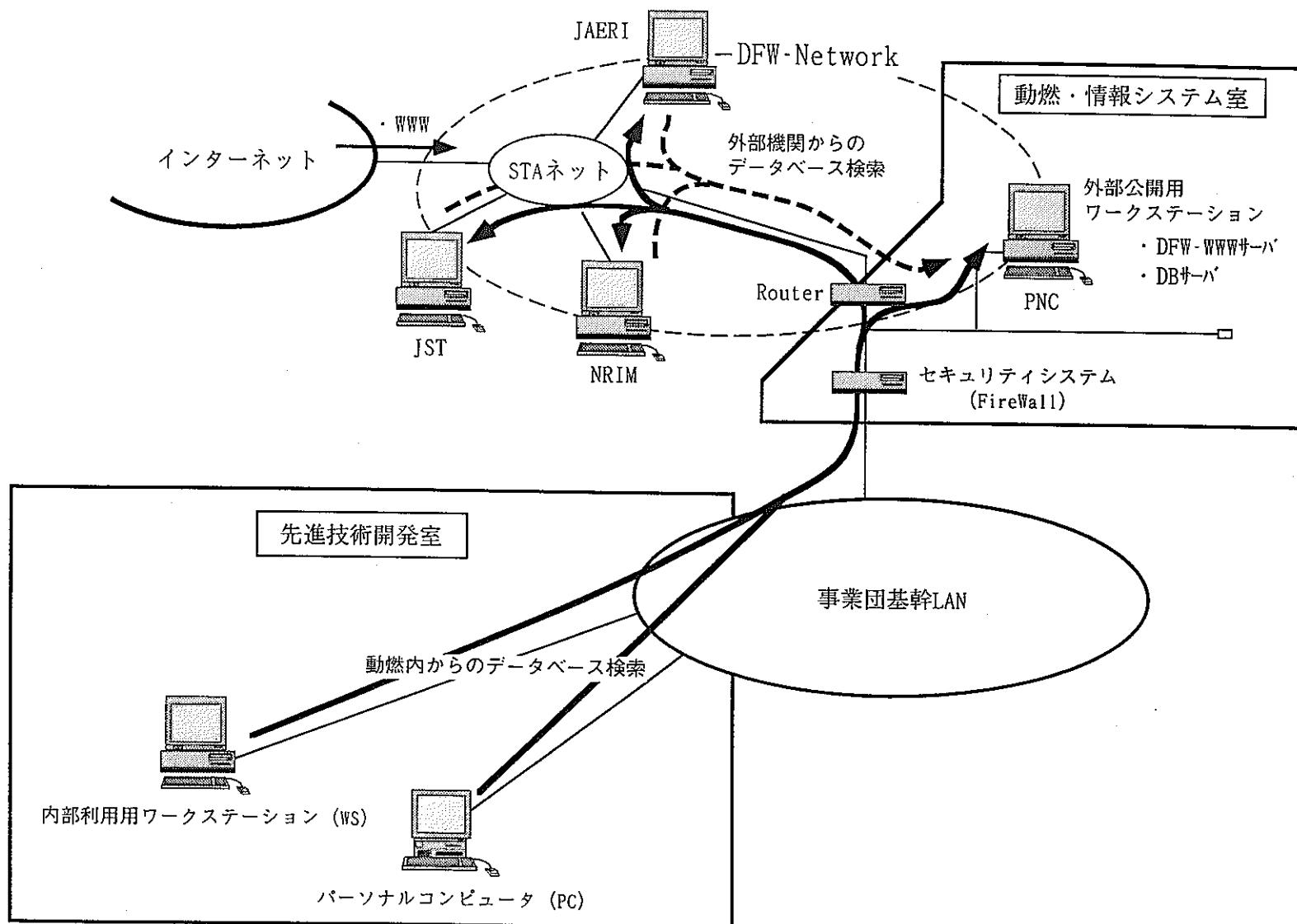


図4 DFWシステムのネットワーク概略

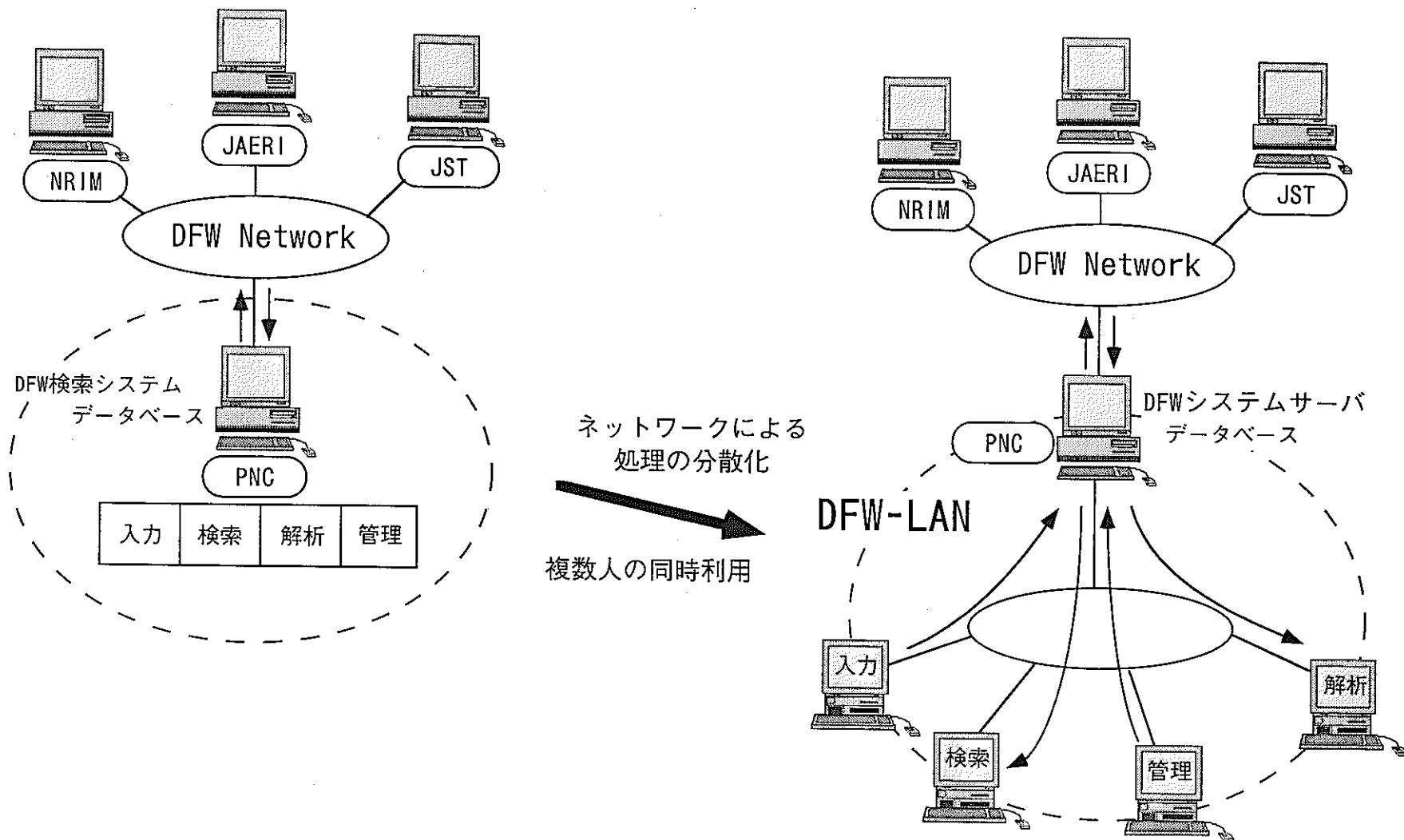


図5 DFW-LANの概要