

1998.6

ISSN 0011-846X

電総研ニュース

<http://www.etl.go.jp/publication-j/news-j.html>

1998年6月号 581号



ヘリウム液化装置（極低温エネルギーセンター）

- 多分野多目的に利用できる高機能3次元視覚システムVVV
- 3次元動き情報を利用した複数対象物の抽出とその実時間認識
- 新しいエネルギーネットワークを目指して
- ヘリウム液化回収設備の更新
- 平成10年度の研究課題一覧・予算
- 受賞・その他

多分野多目的に利用できる高機能3次元視覚システムVVV Advanced Versatile 3D Vision System VVV

知能システム部 富田文明, 吉見 隆, 植芝俊夫, 河井良浩
角 保志, 松下俊夫, 市村直幸
スタンレー電気(株) 石山 豊
新情報処理開発機構 杉本和英

Intelligent Systems Division Fumiaki Tomita, Takashi Yoshimi, Toshio Ueshiba, Yoshihiro Kawai
Yasushi Sumi, Toshio Matsushita, Naoyuki Ichimura
Stanley Electric. Co. Ltd. Yutaka Ishiyama
Real World Computing Partnership Kazuhide Sugimoto

We are developing an advanced 3D vision system VVV (Versatile Volumetric Vision) which can be used for many purposes in many fields. The principal processes of 3D vision are range sensing of a 3D scene, describing 3D shape of objects in the scene, and recognizing objects by matching with object models. Also, Moving objects can be tracked by repeating these processes. For the system to be versatile, it consistently executes these processes in real time without making any assumption on objects. The basic technical approach is structural analysis and partial pattern matching. And, the basic policy of development is to separate "functions" which are common to all tasks from "knowledges" which are specific to each task.

1. はじめに

コンピュータに人間の眼と同じ機能を持たせようとするコンピュータビジョン(CV)の研究は、1960年代に人工知能(AI)研究のひとつとして始まった。そして、その研究初期に開発された2次元視覚技術は、郵便番号の自動読み取りや大量生産型の工程の自動化に威力を発揮した。しかし、その後の2次元から3次元への技術のギャップは非常に大きく、学界では理論的にも、実験的にも、問題を断片化、限定化することによって問題を解決するアプローチが一般化した。結果として、現在の少量多品種型の工程の自動化の需要に寄与できるほどの成果もなく、本来解決すべき問題が未解決のままである。そこで、我々の研究グループでは、ロボット、医療福祉、CAD、VRなど、多分野・多目的に利用できる高機能3次元視覚システムVVV(Versatile Volumetric Vision)の開発を進めている。

2. 3次元視覚

3次元視覚の基本プロセスを図1に示す。まず、3次元視覚センサによって、観測している環境の3次元距離データを入力する。次に、この3次元距離データから環境に存在する物体の面、境界線、頂点などの

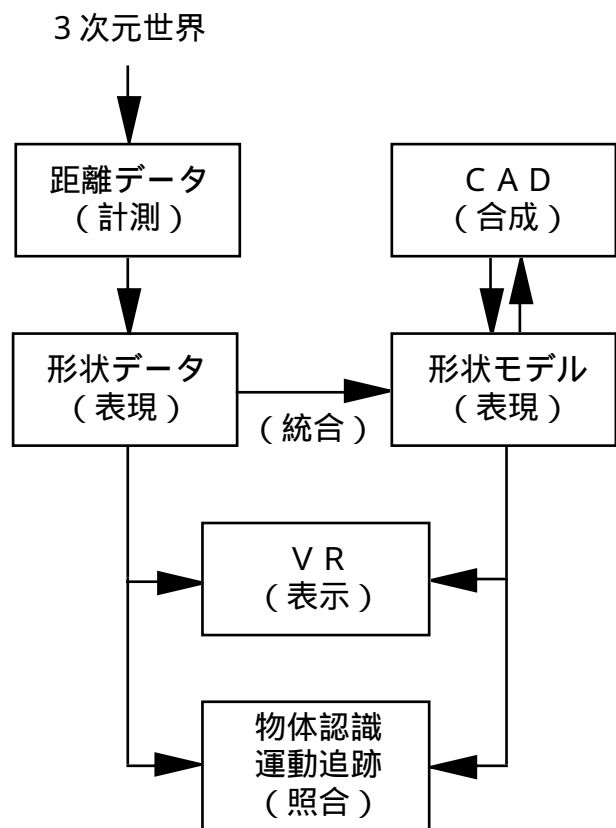


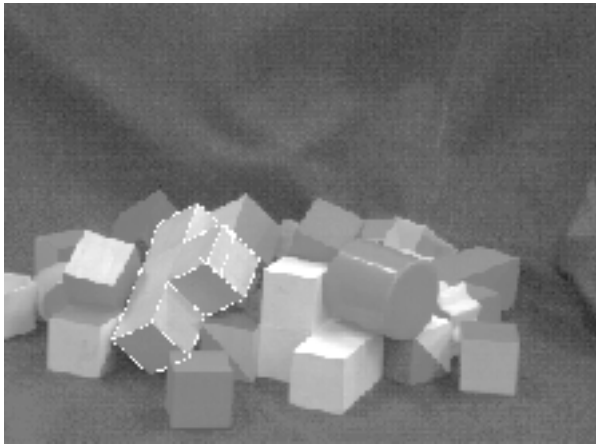
図1 3次元視覚の基本プロセス

特徴を抽出し、その3次元形状を計測する。そして、この形状データと予め登録している物体の形状モデルとの照合を行い、その3次元の位置と姿勢を決定する。いわゆる物体認識である。さらに、物体が動いている場合は、以上の処理を継続的に繰り返すことによって、その3次元運動を追跡する。3次元視覚センサとしては、複数台のTVカメラを用いるステレオビジョンと、スリット光を物体に投影するレンジファインダがある。物体のモデルの登録には、CADによって合成する方法と、実物の3次元形状データを計測し、それを形状モデルとして利用する方法がある。

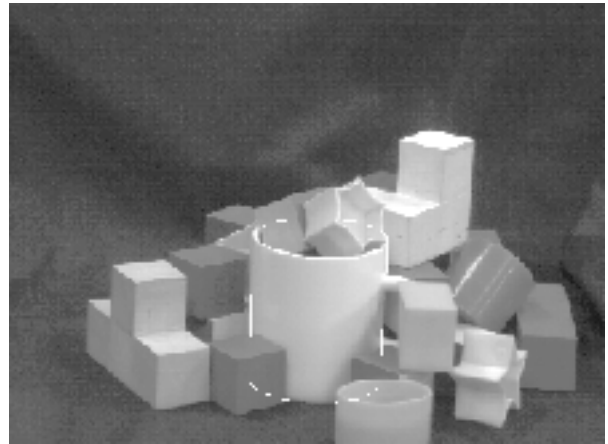
従来から開発、利用されている大多数の視覚シス

テムは、基本的に2次元パターンにしか適用できないし、対象物も限定される。また、3次元を扱うシステムの大半は、距離計測までである。VVVは、上記の処理を一貫的に実時間で実行でき、しかも、対象物に制限がないということから、その機能の高さと適用範囲の広さにおいて画期的なシステムである。ここで、対象物に制限がないということは、具体的には、対象とする物体が、

- (1) 任意の3次元形状(図形、多面体～自由曲面体)である、
- (2) 表面に模様、光沢があってもよい、
- (3) 任意の3次元位置・姿勢にある(6自由度)、
- (4) 不特定の背景に他の不特定の物体と混在する、



(a) 他の物体と混在する積み木



(b) 部分的な隠れのあるコップ



(c) 模様のある空き缶



(d) 自由曲面体の陶器

図2 VVVによる物体認識の結果：白線が物体のモデルを表し、その物体の3次元の位置と姿勢が認識されたことを示す。例えば、その情報をロボットに伝えることによって、ロボットは自動的にその物体をつかんで、所定の場所に移すようなことができる。

(5) 部分的に隠れて見えなくてもよい、
 (6) 任意に動いてもよい(6自由度)
 ということである(図2)。これらを解決する基本技術は、従来の統計的解析～パターン分類ではなく、その処理の複雑さと難しさから敬遠されてきた構造的解析～部分パターン照合である。また、システム開発の基本方針は、すべての作業に共通的な「機能」と個々の作業に依存する「知識」を分離して、必要な機能を十分揃えることである。従来の多くのシステムのように、機能の不足を知識で補うために、機能と知識が混在するシステムでは、融通性のない専用システムとなる。知識の典型的な例が、物体のモデルである。VVVでは、形状モデルの基本データ構造として標準的な幾何モデル-境界表現を用い、単にモデルを入れ換えるだけで、いろいろな物体を認識できるようになっている。

3. ロボットの眼

VVVは、人間の眼が必要とされる作業すべてに適用できる可能性があり、人間の情報源の大半が視覚情報であることから、その社会的波及効果は非常に大きいと考えられる。特に、ロボットと組みあわせることにより、ロボットの自律化にブレークスルーをもたらすことができる技術であると考えられる。現在、ロボットを使う場合、専門のプログラマーが、作業毎に起こりうるすべての状況を想定しながらプログラムしなければならないので、結局、ロボットは、注意深く設定された環境で一定の作業しかできない。ところが、VVVをロボットの眼として用いれば、任意の環境で任意の状況を容易に認識させることができるようになるので、一般のユーザが簡単な指令を与えるだけで、ロボットは、状況に応じた動作を自分で選びながら作業を遂行することが可能となる。したがって、産業的には、現在人手に頼っている多くの目視検査や組立などの工程の自動化が可能となり、ひいては、工場の海外移転による産業空洞化の問題、3K(きつい, 汚い, 危険)労働の問題、そして、来たる高齢化、少子化時代の労働者不足の問題を解決できるようにしたいと考えている。

4. おわりに

現在、VVVは、二枚以上の画像を与えれば、ミクロなものからマクロなものまで、その3次元データを得ることができ、モデルを与えれば、その認識ができるようになっている。そして、VVVとロボットが

協調して作業するハンドアイシステムとして、多くの物の中から空き缶を見つけてゴミ箱に捨てるシステム、自由曲面体であるバナナを拾ってお皿に置くシステム、部品を穴に挿入するときに、穴が動いても穴を追いかけて挿入できるシステム等を開発している。また、屋外で作業する自律走行車の開発も進めている。VVVは、産業的には実用化できるレベルにあり、今後は、現場でそれを実証していかなければならないが、学問的には本来のCVの基礎がやっとできたと考えている。興味ある方は一度直接見に来られたい。百聞は一見に如かずである。これまでのCVのイメージが一新され、これは使えると思って頂ければ幸いである。

特別研究「タスク指向ビジョンの研究」

e-mail

知能システム部

tomita@etl.go.jp (富田文明)

yoshimi@etl.go.jp (吉見 隆)

ueshiba@etl.go.jp (植芝俊夫)

kawai@etl.go.jp (河井良浩)

sumi@etl.go.jp (角 保志)

matusita@etl.go.jp (松下俊夫)

ichimura@etl.go.jp (市村直幸)

スタンレー電気(株)

ishiyama@jestfs.henry.yrd.stanley.co.jp(石山 豊)

新情報処理開発機構

kaz@tsukuba.rd.sanyo.co.jp (杉本和英)

3次元動き情報を利用した複数対象物の抽出とその実時間認識

Real-Time Detection and Recognition of Multiple Objects Using Stereo Disparity and Optical Flow Information

知能情報部 適応ビジョンラボ (<http://www.etl.go.jp/7234/>) 坂上 勝彦、依田 育士
Machine Understanding Division, Adaptive Vision Lab. Katsuhiko SAKAUE , Ikushi YODA

We are developing a multimodal-interaction system that sees, hears, talks and interactively learns image information. The system learns and discriminates image information such as persons and objects in real time. Recently, we have developed a system which simultaneously utilizes the stereo disparity and optical flow information of realtime stereo gray multi-resolution images to recognize objects and gestures.

1. はじめに

適応ビジョンラボでは、コンピュータに見せて、コンピュータが覚えて、コンピュータが見回す、ことによる人間とコンピュータとの生き生きとした対話を実現する研究を行なっている。

そのためのアプローチの一つとして、コンピュータに見せることによって対象物を計算機に学習させ、さらに学習した対象物を複数個同時に実時間で検出し認識する手法を提案し、実際に実時間 (30 frames/sec) で動作させることに成功した。これにより、たとえば「XXXさんがコップで何かを飲んでいる」とか「YYYさんがうちわで扇いでいる」などを画像情報から理解することが可能となった。

具体的には、ユーザの正面ステレオ画像から、奥行き情報(ステレオCCDカメラからの距離)とオプティカルフロー(動きベクトル)を実時間で同時に取得し、最も手前から3番目までにあるものとそれらの動きに着目し、それらを常に実時間で認識することができるシステムである。これによりユーザが提示した対象物のスムーズな学習、ユーザ識別、ユーザの動作の識別、学習しておいたハンドサインを利用したコンピュータとのインタラクション等を可能にする。図1実験のようすを示す。図2は、CCDカメラを2台並べたステレオカメラである。人間の目のように距離を求めることができる。

2. 画像処理の概略

手や顔といった対象に特化した手法による認識システムは数多く開発されているが、子どもに「ほらこれ覚えておいて」と教えるようにコンピュータに覚えさせることのできる、対象に特化しない認識システムも重要であると考えている。その場合、人間は



図1 実験風景
「加藤さん暑いですね」

CCDカメラに物体を近づける動作によってコンピュータに物を見せようとする。また、人間は歩いて来て椅子に座ってからコンピュータを使い始める。これらの特徴的な3次元的情報や動き情報を利用すれば、注目すべき対象をコンピュータは簡単に切り出すことができる。また、システムに対して認識すべき対象物を前もって学習させたり、シーンの中の特定の対象に注目し、それを認識することも必要となる。このときも重要な情報は3次元情報と動き情報であろう。

この手法を実現するために、多重解像度戦略を利用した。まず、入力画像から、ピラミッド画像を生成し、低解像度画像で奥行き情報とオプティカルフローを計算する。次に、注目する矩形小領域について高解像度画像で認識を行う(図3)。つまり、おおまかな画像で効率良く奥行きと動きを求めて、注目すべき場所をまず見つけ、次に細かい情報を用いて、そこに何があるかを認識するのである。このときの認識手法には高次局所自己相関特徴(画像の自己相関



図2 ステレオ CCD カメラ

関数を2次までに拡張し、変移方向を 3×3 近傍に限定した位置不変な特徴量)による線形判別分析を用いた。これにより、少ない計算量で高い精度が期待できるのと同時に対象の種類に依存しない認識が行なえる。

本システムは、多重解像度画像生成専用ハードウェア(ピラミッドビジョンシステム、以下PVシステム)2台の濃淡CCDカメラ、結果出力用のRGBモニタ及びホストコンピュータ(SPARC station 20)からなっている。このステレオCCDカメラをディスプレイとキーボードの前に置き、その前に座ったユーザの画像を入力とする。

対象は、2、3人程度のユーザの上半身が入る程度の領域とし、カメラから対象までの距離は230cmとなっている。また左右のカメラとも画像の入力は30 frames/secで行われる。

ここで入力されたステレオ画像は、PVシステムによって、レベル1~5の大きさまでぼかしながらサンプリングされガウシアンピラミッド画像が生成される。レベル1の画像のサイズは 320×240 画素である。このガウシアンピラミッド画像のレベル3の画像(80×60 画素)で、奥行き情報とオプティカルフローを同時に計算する(図4)。得られた奥行き情報から、手前にある1~3個の矩形小領域を切り出すことができる。図5がその処理例である。左側が抽出された矩形小領域を示し、右側には奥行き情報が示されている。

矩形小領域(64×64 画素とした)の場所でレベル

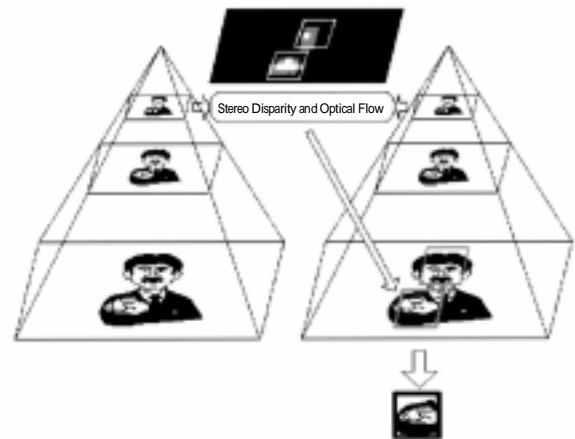


図3 処理の概略

1の画像を切り出し、ホストコンピュータに高速転送することにより、高次局所自己相関特徴を用いた認識を行う。また、切り出した領域内に含まれる動きベクトルの和から、各領域ごとの動きを判定する。

3. 実験

ユーザの顔(3人)、ハンドサイン(3種、パー、グー、チョキ)、身の回りのもの(3種、ユーザが持ったコップ、扇子、電話の受話器)について認識実験を行った。学習の方法はユーザ自身がカメラに対象物を近づけるといった簡単な方法である。1つの対象につき100枚の画像についての高次局所自己相関特徴を計算し、クラス9の判別空間を構成した。

本手法はステレオ画像からの距離情報に基づく切り出しであるので、複雑な背景下でも認識率の低下は少ないと考えられる。そこで、暗幕背景の場合と普段使っている実験室の背景(いろいろなものが置かれている棚)の両方で実験を行った。背景の違いによる認識率に大きな差異はなく95%以上の認識率で認識できた。

ステレオカメラに対し最も手前にある1~3個の複数領域を認識し、同時に各領域のオプティカルフローを観測する本手法の典型的なアプリケーションとして、a. 手前のも入れ替わりの検出、b. ユーザの出入りの検出、c. ユーザの動作識別、の3つのモードを持つ対話システムを作成した。ここではSPARC本体に音声合成器を取り付け、判断した状況をユーザに音声で伝達する。また、特に顔、手、身の回りのものであるかどうかの判定が重要なため、認識には大分類のクラス数が3の階層化された判別式を用いて実

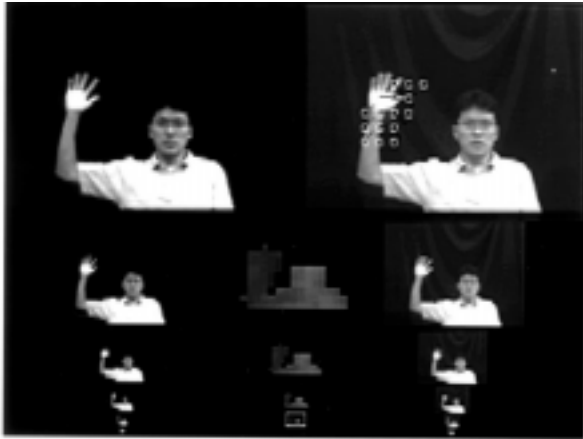


図4 奥行き情報と動き情報の実時間計測

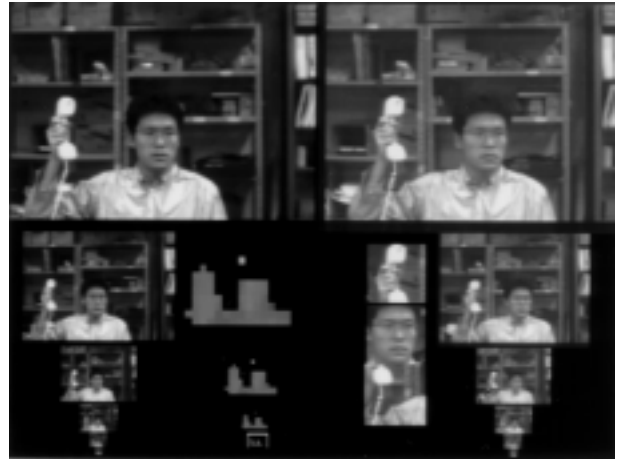


図6 動作識別実験中の処理画像
「依田さん電話ですか？」

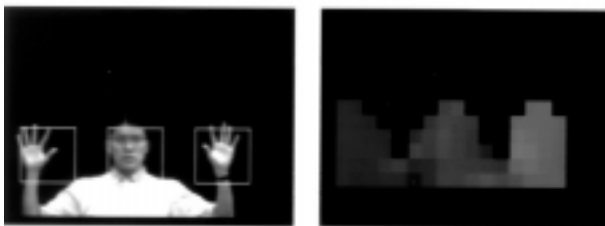


図5 手前の対象領域の抽出

装した。このときの認識対象には前述の認識実験で示した顔3人、ハンドサイン3種、身の回りのもの3種とした。もちろん、容易に新たな対象を学習し、追加することができる。

図6に、実験中のPVシステム内の画像を示した。中央下側の縦に連なった3枚の画像が、手前から1, 2, 3番目にある画像として切り出され、認識のためにホストコンピュータに転送されている矩形小領域画像である（図の例では切り出し数は2枚で、3番目の画像は無視される）。

ユーザの動作識別の実験では、ユーザがコップで飲物を飲んだ場合、電話に出た場合、扇子を扇いだ場合の3つの行動に対し、それぞれ、ユーザの名前を呼びかけながら、その行動を教えてくれる。飲物を飲むときと電話に出るときについては、各ユーザの顔とそれぞれのものが画面内に存在し、かつ顔とものが近付くことを判定条件としている。また、扇子を扇ぐときには、同様に顔と扇子が存在し、かつ、扇子が動いていることで判断する。

4. まとめ

コンピュータとユーザとのインタラクションを円滑にするために、ステレオ濃淡多重解像度画像を用いて実時間に得られるオプティカルフローと奥行き

抽出データを同時に利用し、手前にある複数領域とそれらによって生まれる動作を認識する実験システムを開発した。

このシステムでは、常に1～3個の手前にある複数領域を認識し、そのおおまかな動きを知ることができる。また、カメラの手前に対象を見せるだけその領域を取り込めるので、ユーザが提示したものを学習させるインタフェースとしても優れている。

また、ステレオ画像からの距離情報に基づく対象物体の切り出しを行うため複雑背景下でも実用に耐え得る認識率が得られる。

また、この枠組の典型的なアプリケーション例として、手前のものの入れ替わりの検出、複数ユーザの出入りの検出、ユーザの動作識別の3つのモードを持つユーザとのインタラクションシステムを試作し、あらかじめ登録しておいたハンドサインによってその切り替えを行った。

今後は、マルチモーダル対話システム等、画像情報を用いたヒューマンインタフェースシステムの要素技術として利用していくつもりである。なお、本研究はリアルワールドコンピューティング（RWC）プログラムの一環として行われた。詳細については文献を参照されたい。また、本研究のデモンストレーションは<http://www.etl.go.jp/yoda/>において公開されている。

文献

I. Yoda and K. Sakae: "Utilization of Stereo Disparity and Optical Flow information for Human Interaction", Inter. Conf. on Computer Vision, ICCV'98, pp 1109 - 1114 (1998)

新しいエネルギーネットワークを目指して

Towards a new energy network

エネルギー部 エネルギーネットワーククラブ 石井 格

Energy Technologies Division, Energy Network Lab., Itaru Ishii

e-mail:iishii@etl.go.jp

Future energy system has to be energy efficient and, at the same time, be flexible enough to be able to supply multiple quality of energy to fulfill the demands of the loads. The research for the future energy system has been started.

1. はじめに

- エネルギーシステムの課題とトレンド -

地球温暖化が進行する中で、エネルギー需要は依然として増大し続けている。1997年12月に開催された地球温暖化防止京都会議COP3では、わが国の2008～2012年における地球温暖化ガス排出量を1990年比6%減に抑えるという厳しい目標が決められた。この目標の達成に向けて、地球温暖化ガスの排出の少ないクリーンなエネルギー源の有効利用はもちろん、エネルギーの発生から輸送や消費まであらゆる段階での省エネルギー化が強く求められている。

また一方では、エネルギー分野でも規制緩和の動きが進んでいる。この動きはわが国では短期的には新規参入を容易にすることによるコストダウンの追求と取られることが多いが、より長期的に見ると、需要側の多様なニーズに合わせて多様な選択肢を柔軟に提供することが求められていると見ることができる。

この2つの大きなトレンドが、将来のエネルギーシステムの方角を決めるキーとなると思われる。そこでは、エネルギーの発生、輸送、消費の各段階の個々の技術の進展だけでなく、エネルギーシステム全体をネットワークとして捉えてその全体としての効率化、高度化を図ることが必要である。

電子技術総合研究所では従来から主として工業技術院のニューサンシャイン計画の中で、太陽光発電のような再生可能エネルギーの

利用技術、電力貯蔵や熱電発電、超電導技術のようなエネルギー有効利用技術の研究開発を行ってきたが、今回、上記したような観点から将来のエネルギーシステムをネットワーク全体として捉え、その方向性を探り将来像を描いて、その中における個々のエネルギー技術の位置付けを明確にするとともに、キーとなる技術の進展を図るための研究を開始した。

2. 研究の内容

- 地球に優しく柔軟なエネルギーシステム -

上に述べたように、本研究で設定している課題は大変に大きなものである。エネルギーシステムを考

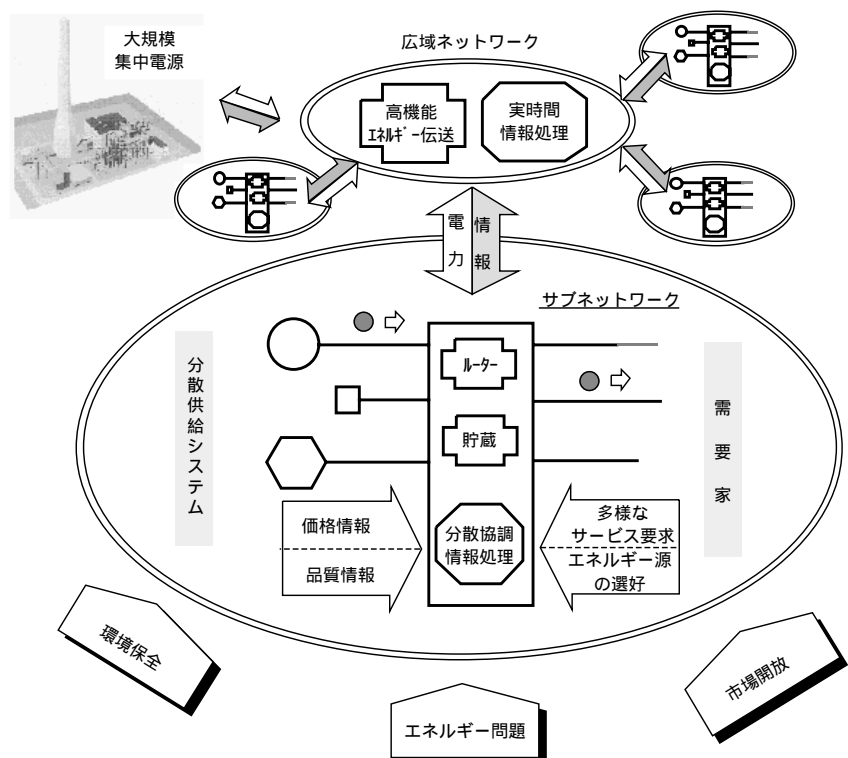


図1 柔軟な電力ネットワーク

えるときには、当然、電気エネルギー、熱エネルギー、化学エネルギーその他の、各種エネルギー形態全体の相互の関連や最適化を考えなければならないが、本研究の最初の段階では、まず最もネットワークとしての完成度が高くシステムとして緊密に一体化している電力システムを取り上げることにした。ただし後で具体的に述べるように、分散電源の活用を考えることが重要なので、今後は熱や化学形態のエネルギーを電気エネルギーと用途に応じて最適に使うことを考慮する必要があることは言うまでもない。

本研究では、1つは将来の電力システムの形態、機能とそこでの要素機器についての検討を行った。また2つ目として、将来の電力システムの中で大きな部分を占めると想定される負荷端近傍の分散電源を有効に利用する手段の例として太陽光発電を取り上げて、導入の効果や課題について検討を行った。

2.1 将来の電力システム像

1. で述べたようなエネルギーシステムのトレンドを踏まえて、電力ネットワークの将来像として図1に示すような形態を提案した。ここでは、環境負荷の低減を可能とする太陽光発電や燃料電池発電のような分散電源を負荷端近傍に大量に導入することを考慮して、現在の中央一括制御型電力ネットワークから、ある程度自律分散的に機能する多数個のサブネットワークが全体として協調的に動作するようなものに変化することを想定している。そしてこの中では、需要側からの多様な要求、具体的には電力の品質に応じた価格や自然環境負荷の大小に応じた選択を可能とするような機能を提供する必要がある。そのためには、個々のローカルシステム内、またそれら相互間のいずれにおいても、電力に情報を対応させてやりとりすることが不可欠で、この情報を適切に処理する技術が重要となる。またこのようなことを可能とするハードウェアではパワーエレクトロニクス素子の役割が大変大きく、現在のSi素子よりも大幅な高性能化・低損失化が可能なSiC素子に対する期

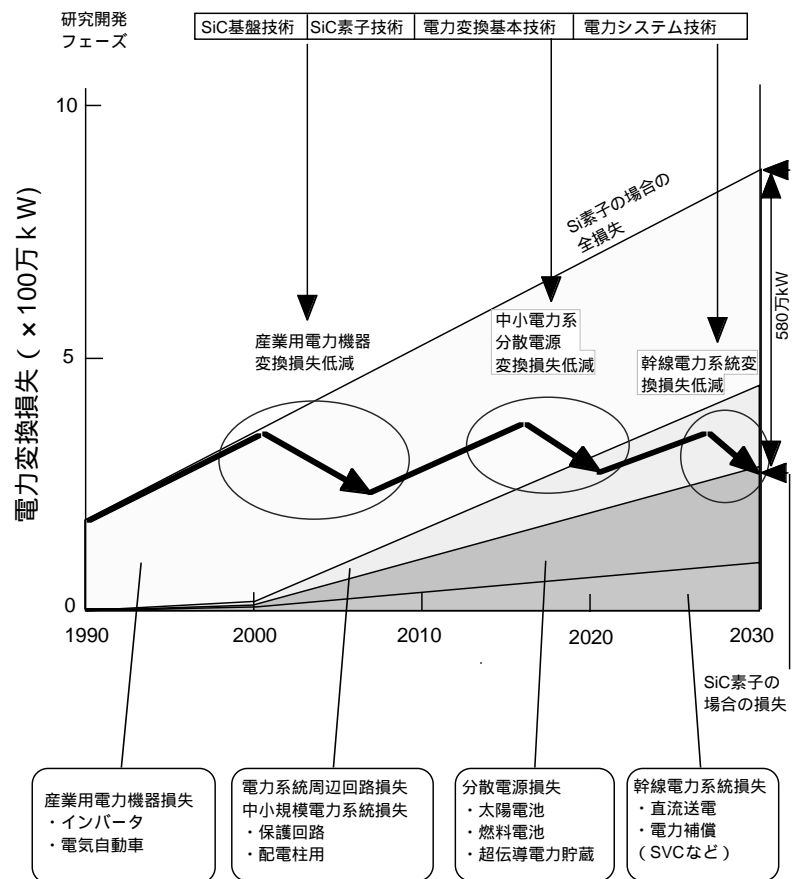


図2 SiC素子による電力損失低減効果

待が大きい。その効果の試算を図2に示す。

2.2 分散電源の系統導入効果

上記した将来システムでは、環境負荷低減の要求から言って再生可能エネルギーを中心とした分散電源の大量導入は避けて通れない課題であると考えられる。太陽光発電のように出力が大きく変動する分散電源が広い地域に大量に導入された場合、地域間の平均化による変動緩和効果が期待できる。また太陽光発電の出力は夏期の昼間の電力需要の多い時に大きくなる特性があるが、わが国の日射パターンと需要の時間変動とのずれもあるので、全国規模での広域融通によってこのずれをカバーすることで、他の電源の必要発電量を削減する効果を大きくすることができる可能性がある。一方でこの広域融通では長距離の送電に伴う損失が生じ、需要端近傍で発電できるメリットを一部減殺することになる。そこでこの効果を定量的に検討するため、わが国の全国規模で分散した太陽光発電を、地域毎の日射パターン

の変動と需要の変動を加味した上で広域融通した場合に全体の電力需要にどのような影響があるかを、シミュレーションによって解析した。

図3に解析に用いたモデルを、図4にその結果を示す。広域融通の輸送効率が85%以上あれば、広域融通によって他電源の必要発電量を削減する効果が、広域融通をしない場合よりも大きくなることがわかった。

またよりローカルなシステムの例として、つくば市周辺での日射パターンの変動データから、太陽光発電を導入した場合の地域内の平均化による変動緩和効果についての定量的検討も行った。

3. 今後の展開

- これから -

これまでの研究ではまだ、大きな将来の方向性の検討と具体的な分散電源活用法の検討にとどまっている。今後はこの結果から進めて、1.に述べたエネルギーシステムのトレンドに対応するネットワークについて、

- ・エネルギーの選択の指針
- ・基幹系とローカルシステムの関連の明確化
- ・ローカルシステムの運用・制御方法
- ・必要とされる要素機器と機能

等の点について研究を進めて行く予定である。

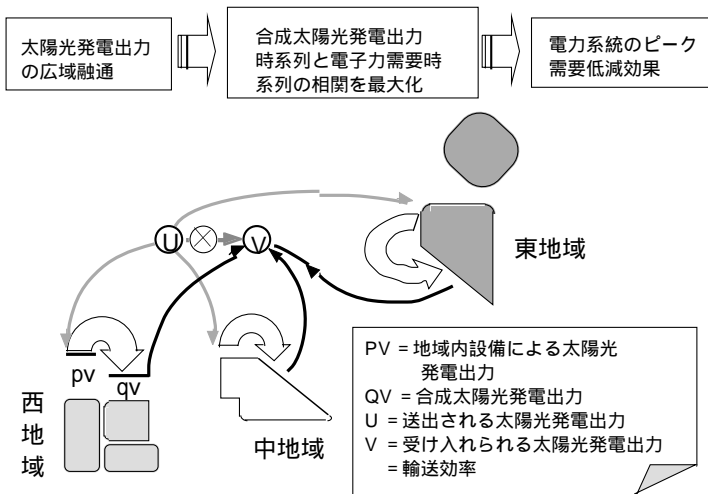


図3 太陽光発電の広域融通の概念図

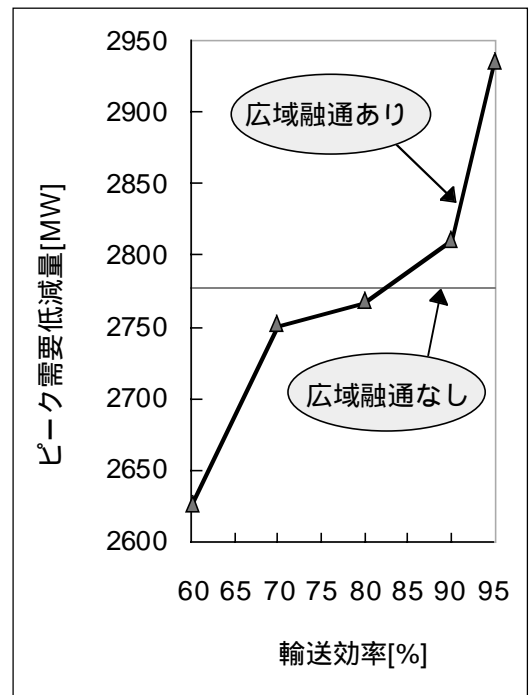


図4 計算結果

ヘリウム液化回収設備の更新

極低温エネルギーセンター運営室 木下信盛、森田重雄

1. はじめに

極低温エネルギーセンターは極低温での研究や低温で使用される機器への液体ヘリウムの供給を目的とした工業技術院の共同利用施設として、研究所の筑波移転とほぼ同時に建設され、今日に至っている。当初は超伝導関連の研究やその応用機器の使用も少なく、したがって液体ヘリウムの需要も今の30～50%で推移しており、将来の需要増を見越して作られた設備は十分すぎるほどの供給能力を誇っていた。

液体ヘリウムの需要が年間で約10万リットルにおよび、供給が追いつかなくなってから久しくなる。液化機が老朽化し、維持管理に費用と時間が掛かるようになり、その更新が待たれるようになってから何年かが経過した。それまで、部分的な改修、改善が行われてきたが焼け石に水の感があった。長い間の懸案だった液化機本体を含む液化回収設備の大幅な更新が平成8年度の補正予算で認められた。

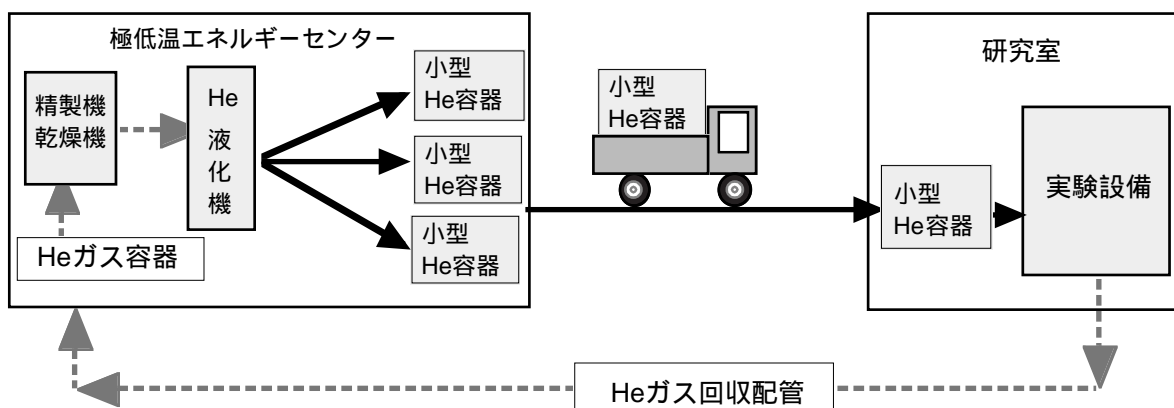
設備更新に当たっての基本的な方針は、液化供給能力の増強、液化運転の省力化、およびガス回収配管の延長を含む設備の高度化であった。最近、液化機の更新を行った国内の大学や研究所等から情報を収集し、それらを参考にしながら液化機の機種選定に当たった。実際の見積り、選定作業は建設省への支出委任という形を取り、最終的にはスイスLinde社TCF50（公称液化能力150L/h）に決まった。以下に主として

極低温エネルギーセンターの位置づけ及び設備更新について紹介する。

2. 極低温エネルギーセンターの概略

東京とその近郊に散在していた工業技術院傘下の研究所が昭和54年度に筑波地区に移転集約された。そのメリットの1つに共同利用部門の集中がある。移転前は、液体ヘリウムは電子技術総合研究所の物性関係及びエネルギー関連部門でそれぞれの液化機を用いて製造され利用されていた程度であった。ヘリウムは常圧で沸点が4.2Kの不活性なガスで、極低温での物理現象や材料特性を調べるための低温環境を作り出す寒剤、超伝導のエネルギー関連機器への応用研究、NMRやSQUIDなどに使われている超伝導磁石の冷却に使われる。研究所の筑波移転と前後して、SQUID、NMR等の超伝導応用機器が広く使われるようになってきた。即ちその頃から従来あまり関係の無かった研究分野にも液体ヘリウムの需要が増えることになる。共同利用施設として発足した極低温エネルギーセンターは時代の要請に合っていたのである。

極低温エネルギーセンターは電子技術総合研究所が工業技術院から委託を受けて運営されている。主な作業はヘリウムガスを液化して利用研究者に分配することと、回収配管を通して回収された使用後の



第1図 Heサイクルの模式図。実線は液体、破線はガスの移動経路を示す。

ヘリウムガスを乾燥、精製して不純物を除き、再度液化・分配することである。即ち経済性と稀少資源の有効利用を図りつつ、低温研究に不可欠なヘリウムを再利用するための施設である。

第1図にヘリウムの流れの簡単な模式図を示す。極低温エネルギーセンターのヘリウム液化機で液化された液体ヘリウムは小型容器に移され、研究室に運ばれる。研究室で使用された後のヘリウムガスの大部分は、大気に放出されることなく回収配管を通して再び極低温エネルギーセンターに戻ってくる。回収されたガスは乾燥器や精製器を通して不純物を除去した後、液化機に送られ、液化される。

3. 設備の概要

旧来のヘリウム液化機 Sulzer 社製 TCF200 (公称液化能力 100L/h) は制御弁を始めとする弁類、スイッチ類は手動に頼る部分が多く、その操作には勘と経験がものをいっていた。1980年の工業技術院筑波地区での液化運転開始入以来17年、コンピュータによる自動制御技術の進歩は目覚ましいものがある。新液化機(写真1)では各種パラメータが最適に決められると系内各測定点の温度・圧力を検知して制御弁はコンピュータにより最適に動かされる。液化運転に関してだけ言うならば、人は最初に電気、冷却水、



写真1 ヘリウム液化機

計装用圧縮空気等を確保し、液体窒素、使用するガスカードルの元弁等を開けてやり、制御用コンピュータのタッチ画面上で「運転」(第2図)と書かれた場所に触れてやれば良く、後は画面を眺めていれば起動から液化まで全てコンピュータが行う。また、終了時は「停止」にタッチすれば圧縮機は停止し、終業時の弁操作が自動的に行われる。従来の液化機では運転開始、終了時には、1基の液化機の弁やスイッチの操作に2人必要であったが、今後は1人で十分であろう。

各機器の仕様を更新前と後とを比較して表Iに示す。液化機は現在の液体ヘリウムの需要および今後の伸びを考慮して、時間あたりの液化能力を1.5倍の150Lとし、更新前と同様に2系統の設備で運用に信頼性と柔軟性を持たせた。また、更新後の液化機は精製器を内蔵しているため、空気等のある程度含んだいわゆる不純ガスでもそのまま原料ガスとして供給できるため、前以てガスの精製運転を行う必要がなく作業工程の簡素化・省力化につながっている。またこれまで使用していた2,000Lの液体Heの貯槽を7,000Lに置き換え、現有の4,000L容器とあわせて11,000Lの液化ヘリウム貯槽を持つことになり、供給体制に幅が出来た。液化機へ柔軟且つ平滑に原料ガスを供給するためのバッファタンクを15m³にしたことで機器の運転制御に対して懐が深くなり、操作に余裕が持てるようになった。回収系統ではレシーバタンクを46m³とし、増加しつつある使用量(回収量)に対処出来るようにした。

第3図に全体の系統図のモニター画面を示す。この図ではサブセンターの回収ガスの圧力とコンプレッサーのON/OFF状態、センターのレシーバタンク、ガスバッグのガス量や圧縮機、乾燥機、外部低

機器名	仕様	
	新	旧
液化機(2基)	150 × 2 TCF50(Linde:Swiss) 内部精製器	100 /h × 2
液体He貯槽	7,000 (従来の 4,000 と併せて 11,000)	2,000 (4,000 と併せて6,000)
He ¹ ッファタンク	15m ³ × 2	2m ³ × 2
乾燥機	3,000Nm ³ × 2	2,400Nm ³ × 2
レシーバタンク	46m ³	10m ³

表I 主要機器の仕様(更新前後の比較)

温精製機、液化機の運転状態、液体ヘリウム貯槽および液体窒素貯槽の液量、カードルのガス量等が一目で監視できる。図中、緑は停止、赤は動作中を表している。

第4図はヘリウム液化機A(A, B 2台ある)のモニター画面で、必要なヘリウムガスや液体窒素、液化機各部の温度、圧力、調節弁やタービンの動作状態、液体ヘリウムの量等が一目で把握出来るようになっている。調節弁の開度は数値と共に色でも識別され、緑は0~5%、黄色は6~95%、赤は(この図には無いが)96~100%を示している。図中のHe圧縮機の赤色は運転中を示し、2基のタービンの赤は回転中であることを示している。

この設備更新工事で1番の気掛かりは液化機用ヘリウム圧縮機が更新対象から外されたことであった。これは予算に比べて盛り込んだ要求が大過ぎたためであった。そのため、圧縮機の風量不足により新規液化機の性能を十分に引き出せず、当初は液化性能が純ガスを用いた運転で150L/hを下回ることも予想された。それに加えて17年使用した圧縮機の性能低下も気になる点であった。しかしながら、潤滑油や油分離器の交換を行い性能検査のため風量測定を行った結果、新規液化機に要求される風量には及ばないものの購入時と殆ど変わらない性能が維持されていることが判明した。実際に出来上がって見ると、最終的な性能は純ガスを原料とした場合で180L/h、99%の不純ガスを使用した場合でも150L/hとなり、期待を上回る性能が達成された。

4. これから

入れ物は出来た。今度は中味すなわち運用の問題である。新しい設備をフルに活用して、さらに使いやすい施設にして行かねばならない。例えば、これまで2週間毎に行われていた分配を毎週にして欲しいという声がある。年2回の高圧ガス保安検査の際の都合2ヵ月に及ぶ分配停止の期間短縮も考えなければならない。また、回収ガスの純度

維持や回収率の向上等の問題もあり、センター側のみならず利用者側からの更なる協力も必要である。

ヘリウム液化回収作業は1つのサイクルで成り立っている。即ち、液化貯蔵、汲出し、回収の一連の作業である。どの1つが滞っても設備としての全体の能力が低下する。今回の更新工事で回収、液化貯蔵の能力は大幅に改善されたが、汲出し作業に関しては今後の問題として残された。この汲出し作業だけは自動化、省力化に馴染まない部分であるが、センター内の回収配管の口径増による汲出し時間の短縮や汲出し口の増加などで対応していきたい。このことが上記の運用の改善に直接つながっている。

5. おわりに

この度の改修工事に当たり、建設省筑波研究学園都市管理センター、工業技術院筑波研究支援総合事務所、研究設備管理課研究環境調整係、株式会社日本設計、日本酸素株式会社など関係の方々の協力を頂き、深く感謝いたします。

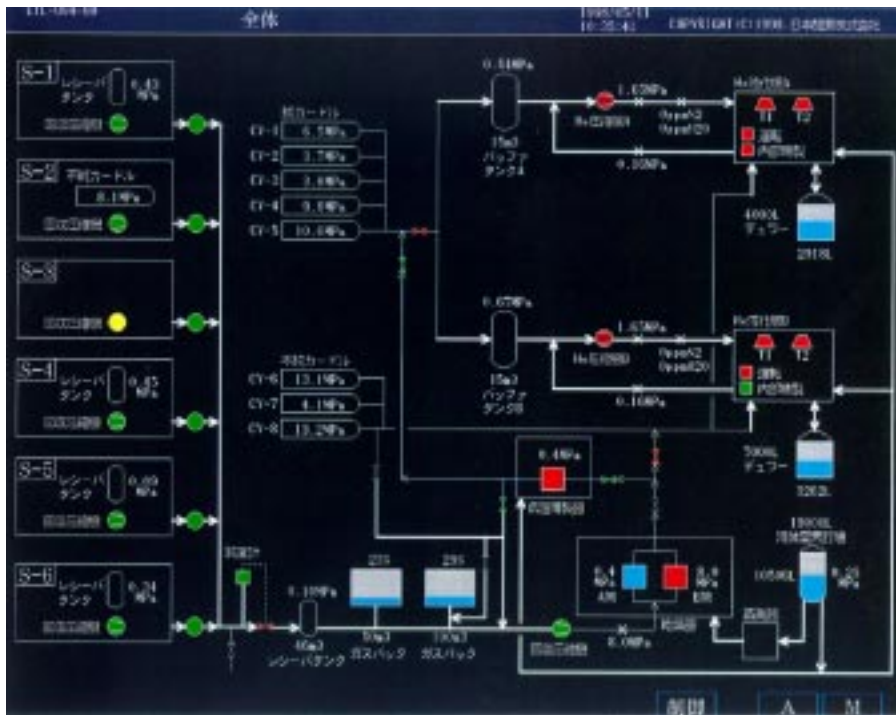
発注：建設省筑波研究学園都市管理センター

設計：株式会社日本設計

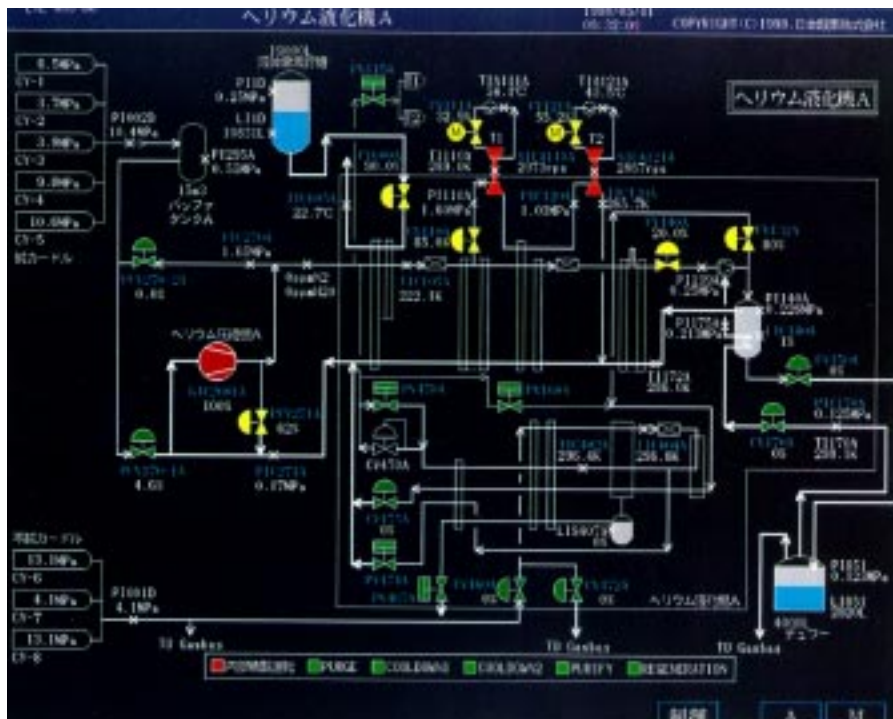
施工：日本酸素株式会社



第2図 デジタル計装システム 運転制御画面



第3図 デジタル計装システム 系統図 全体画面



第4図 デジタル計装システム 系統図 ヘリウム液化機A

平成 10 年度の研究課題一覧

() 研究実施期間、() 指定なしは一般会計を示す。

特別研究

計測・標準技術

- 量子効果を利用した計測・標準に関する研究(6-10)
- 計測標準の高度化及び利用技術に関する研究(6-11)

バイオニクス

- 生体における情報統合プロセスに関する研究(9-13)
- 神経細胞の情報制御機構に関する研究(9-13)
- 生体関連複雑系の動特性に関する研究(9-13)
- 生体における刺激・受容分子の識別機構に関する研究(10-14)

電子技術

- 極限プロセスを活用した半導体材料創製技術の研究(10-15)
- スーパー・ヘテロ機能材料に関する研究(10-15)
- 酸化物光エレクトロニクスに関する研究(9-14)
- プラズマを利用した新システムの基盤に関する研究(9-13)
- 多点計測技術及び発生源同定技術に関する研究(9-13)
- 近接場の機能と制御に関する研究(9-12)
- 極端紫外レーザーの高効率励起技術に関する研究(9-13)
- 光波高度制御技術に関する研究(6-10)
- 新奇な超伝導体に関する研究(9-11)
- 超分子形成と機能に関する研究(9-12)
- 強相関電子物性に関する研究(7-12)
- 電子数制御デバイスに関する研究(9-14)
- サブピコ秒デバイス技術に関する研究(9-14)
- 表面エレクトロニクスに関する研究(8-13)
- 計算物理学基礎技術に関する研究(10-14)

宇宙開発関連技術

- 宇宙環境の高度利用に関する研究(5-10)

情報技術

- 情報ダイナミクスに関する(9-13)
- ネットワーク情報場に関する研究(6-11)
- 帰納的情報処理の実証的研究(9-14)
- 相互作用による知的行動制御に関する研究(8-13)
- 知的メディア処理の研究(10-14)
- 認知的インターフェースの研究(10-14)
- 実世界知能に関する研究(9-13)

境際研究

- 行動下サル神経活動の光計測技術の開発に関する研究(7-13)

原子力平和利用技術

- 放射線効果の評価手法とその標準に関する研究(1-10)
- 核融合用高磁界超伝導マグネットの応力緩和技術に関する研究(6-15)
- KrFエキシマレーザーによる核融合に関する研究(10-16)
- 原子力ロボットの環境作業構成技術に関する研究(10-14)
- 核融合反応に関する研究(4-11)

原子力エレクトロニクスのための素子化プロセス技術に関する研究(10-14)

協調能動センシングシステムの研究(6-10)

自由電子レーザーの短波長・高品質化に関する研究(6-10)

高輝度放射光の先端利用とその高感度検出器の基盤技術に関する研究(6-10)

超高出力パルスレーザーによる量子エネルギー増倍に関する研究(6-10)

超低速陽電子ビームの形成とそれによる材料評価の高度化に関する研究(6-10)

複雑現象の解明における超高速計算機利用技術の研究(6-10)

放射線・レーザー複合場における結晶成長ダイナミクスとその応用に関する研究(7-12)

放射線励起による量子作用の高効率検出技術に関する研究(8-12)

小型高輝度放射源の開発とその利用に関する研究(9-14)

エネルギー変換線発生技術の高度化と利用に関する研究(10-14)

公害防止技術

窒素原子注入法による排煙脱硝に関する研究(9-13)

海域の富栄養化の過程解明のための低次生態系監視技術に関する研究(7-10)

標準基盤研究

超高真空・極高真空の圧力計測に関する標準基盤研究(8-12)

知的基盤研究

電気標準のトレーサビリティ技術の研究(8-12)

マイクロ波・ミリ波電力トレーサビリティ範囲の拡大(8-12)

電磁界強度分布の精密測定技術に関する研究(9-13)

分光反射率測定技術とその複合材料の評価技術確立に関する研究(10-14)

国際特定共同研究事業

次世代実時間処理の基盤技術に関する研究(8-10)

神経回路網の可塑性の研究(9-11)

機能性分子ならびに分子固体に関する研究(9-11)

ネットワーク計算用行列工房(10-12)

半導体量子ナノ構造の顕微分光評価(10-12)

高速電気信号の電気光学的検出(10)

国際産業技術研究事業

レーザー溶射法を用いたパワー素子用材料作製技術の研究(7-11)

高密度ポリエチレンを用いた高性能蓄熱技術の研究(8-10)

産業科学技術研究開発

先導研究

知的社会基盤工学技術(9-10)

コンジュゲート・マテリアル(9-10)
 二次元情報処理用光機能材料(9-10)
 スーパーコンパイラテクノロジー(10-11)
 プロジェクト研究開発
 ヒューマンメディア(8-17)
 フェムト秒テクノロジーの研究開発(7-16)
 ゲノムインフォマティクス技術研究開発(10-14)
 非線形光電子材料の研究開発(1-10)
 高精度三次元画像診断システムの研究開発(6-10)
 ヒューマンフレンドリー介護支援知能機器の研究開発(7-11)
 人間感覚指標化技術の研究開発(6-10)

産業科学技術研究開発 (特別会計)**
 マイクロマシン技術研究開発(4-12)
 量子化機能素子(3-12)
 高輝度X線パルスの利用発電施設モニタリングシステム開発評価(9-16)
 超短パルス光エレクトロニクス技術開発評価(9-16)

エネルギー・環境領域総合技術開発推進計画(ニューサウンズ)
 (特別会計)
 太陽光発電システム実用化のための解析・評価
 薄膜太陽電池実用化のための解析・評価(3-12)(7-11)
 (9-12)(9-16)
 超高効率太陽電池の技術開発のための解析・評価(9-12)
 周辺技術研究開発のための解析・評価(1-12)
 燃料電池発電技術
 固体電解質型燃料電池発電技術(1-12)(7-10)
 超伝導電力応用技術研究開発
 超伝導線材の研究開発(63-11)
 超伝導発電機の研究開発(63-11)
 トータルシステムの研究(63-11)
 超伝導フライホイール電力貯蔵の研究開発に伴う評価
 システム設計技術開発(8-11)
 分散型電池電力貯蔵技術開発
 高能率未来型電池評価(4-13)
 水素利用国際エネルギーシステム技術(WE-NET)
 水素燃焼タービンの研究開発に伴う解析・評価(6-15)
 水素酸素燃焼タービンの解析評価
 地球規模の先進的エネルギーシステム GATES(7-10)
 広域エネルギー利用ネットワークシステムの解析・評価
 要素技術のシステム化に関する解析・評価(8-10)
 産業用等ソーラーシステム実用化技術開発
 太陽エネルギー利用システム国際共同技術開発(9-10)
 環境調和型高効率エネルギー利用システムの解析・評価
 廃熱回収システムの解析・調査(10-12)

エネルギー・環境領域総合技術開発推進計画(ニューサウンズ)
 燃料電池発電技術
 固体電解質型燃料電池発電技術(4-12)

超伝導電力応用技術研究開発
 超伝導線材の研究開発(63-11)
 超伝導発電機の研究開発(63-11)
 トータルシステムの研究(63-11)
 省エネルギーの確立調査
 省エネルギー技術の総合的效果把握手法の確立調査(5-11)
 超低損失電力素子技術の研究(10-14)

重要技術の競争的研究開発
 実時間生体機能情報処理のためのビジュアルコンピュータ技術の研究(9-13)
 次世代インプリサイズ実時間システムに関する研究(9-13)
 宇宙情報通信システムの軌道上保全技術の研究(9-13)
 極限酸化技術を用いた微細構造限界デバイスの研究(10-14)
 多言語情報処理アーキテクチャの研究(10-14)
 高度難聴者のための超音波補聴器開発に関する研究(10-14)

重要地域技術の研究開発
 溶融材料の熱物性値に与える不純物の影響に関する研究(7-11)

重要地域技術の研究開発 (特別会計)
 低損失材料創製技術(10-11)

新情報 (特別会計)
 発電設備診断システムの解析・評価(4-13)
 能動知能システムの評価(9-13)
 進化システムアーキテクチャの評価(9-13)
 超並列システムの評価(4-13)
 高並列大容量演算システムの評価(4-13)

科学技術振興調整費
 総合研究
 ナノスペースラボによる新材料創製に関する研究(6-10)
 超薄膜材料設計技術の開発に関する研究(6-10)
 物質と材料の自己組織化機構の解析と制御に関する研究(8-10)
 高密度パルス光の発生と先端的物質制御基盤技術に関する研究(9-11)
 機能調和酸化物新機能材料創製の開発に関する研究(9-11)
 単一磁束量子回路とのインターフェイスの研究(9-11)
 海底ケーブルを用いた地震等多目的地地震環境モニターネットワークの開発に関する研究(7-11)
 広域高速ネットワークを利用した生活工学アプリケーションの調査研究(8-10)
 物質関連データ(生体影響、食品成分、表面分析)のデータベース化に関する調査研究(6-10)
 高度医療ネットワークに関する研究開発(10-12)

中核的研究拠点(COE 育成)

大域情報処理技術(8-12)

国際共同研究(二国間型国際共同研究)

哺乳動物のニオイによる固体識別機構の研究(10)
 高重力場での薄膜作成プロセスに関する共同研究(10)
 視覚情報による移動ロボットの知的制御に関する研究(10)
 遷移金属化合物表面の微視的構造と電子物性の研究(10)
 微細構造磁性体のスピントロニクスに関する研究(10)
 次世代高性能光子検出器における動的過程の究明(10)
 超短パルスレーザー照射によるプラズマ軟X線光源に関する共同研究(10)
 高Tc有機強磁性体の機構解明(10)

重点基礎研究

マイクロスケール結晶技術の研究(10)
 北-レイトキャリア制御の光エレクトロニクスへの展開に関する基礎技術(10)
 短波長高強度レーザー光生成の研究(10)
 分子性電荷移動ハイブリッド材料の研究(10)
 スピンギャップを持つ多体電子系の研究(10)
 微小領域超音波パワー計測技術の基礎研究(10)
 初期視覚経路の統計的モデルに関する調査研究(10)
 高品質多層膜X線素子製作技術の研究(10)
 柔軟な電力ネットワーク技術に関する研究(10)
 最小異方性の実証と最高性能超伝導材料の開発研究(10)
 量子ホール効果における非局所性の研究(10)
 Bi-2223 薄膜を用いた HTS-SIS の研究(10)

目標達成型脳科学研究推進制度

ヒトを含む霊長類のコミュニケーションの研究(9-13)
 網膜神経回路・視神経の再生における制御因子に関する研究(9-13)

流動研究促進制度

多元系酸化物薄膜の原子層制御MBE成長とデバイス化技術の研究(9-12)
 問題解決履歴からの重要パターン知識の自動抽出の研究(9-11)
 項書換系における数学的構造の研究(9-13)
 環境感覚を用いた人間の生理情報の蓄積とその応用に関する研究(10-12)

知的基盤整備推進制度

国際的先導材料の実用化を促進するための基盤構築に関する研究(9-11)
 X線極限解析装置の研究開発(9-11)
 電子技術関連標準計測技術の基盤構築に関する研究(9-11)

地球科学技術特定調査研究

雲の構造及び放射過程に関する研究(3-12)

地球環境遠隔探査技術

長波長マイクロ波超合成ラジオメータの観測パラメータの研究(9-12)

官民連帯共同研究

有機ナノパーティクル光薄膜素子の開発に関する研究(7-10)
 光電子ナノプローブによるフルウエーハIC評価技術の研究(9-10)

国際 HFSP グラント

Functional Organization of the Neuronal Networks of the Parahippocampal Region(8-11)
 Neuronal mechanisms for self-motion perception(8-10)

新規産業創造型提案公募事業

レドックス・スーパーキャパシタの研究開発(8-10)
 独創的イオン伝導性高分子膜の開発と超薄膜燃料電池ならびに高出力電池への応用(8-10)
 ナノスケール磁性体超構造におけるスピン依存性伝導とスピン反転機構(8-10)
 固体量子計算デバイスの基礎研究(9-10)
 新規材料-エレクトロニクスのための極限半導体結晶成長制御技術(9-10)

超先端電子技術開発促進事業

空間パターン光重合プロセスに基づく三次元配向制御技術の開発とその応用に関する研究(10-)

戦略的基礎研究

運動指令構築の脳内メカニズム(8-13)
 サンゴ礁によるCO2固定バイオリクター構築技術の開発(9-13)
 原子層制御量子ナノ構造のコヒーレント量子効果(9-13)
 自己組織化量子閉じ込め構造に関する研究(9-13)
 異方性超伝導体の量子効果と新電磁波機能発現の研究(9-13)

地域コンソーシアム研究開発

工程適応型フレキシブルロボット技術に関する研究開発(9-11)
 高性能フラットパネルディスプレイ技術の研究(9-11)

中小企業対策技術

HDLによる高性能フレキシブル制御システムの開発と検証(10)

地域結集型共同研究

薄膜形成技術、精密計測・評価技術等のあらたな共通基盤の確立(10-14)

平成 10 年度予算

単位：千円

独創的個人研究育成事業（さきがけ 21）
 認知モデルとしてのロボット学習機構の研究(7.10-10.9)
 量子シンセサイザーに関する基礎研究(8.10-11.9)
 並列分散制御用実時間アーキテクチャの研究(9.10-12.9)

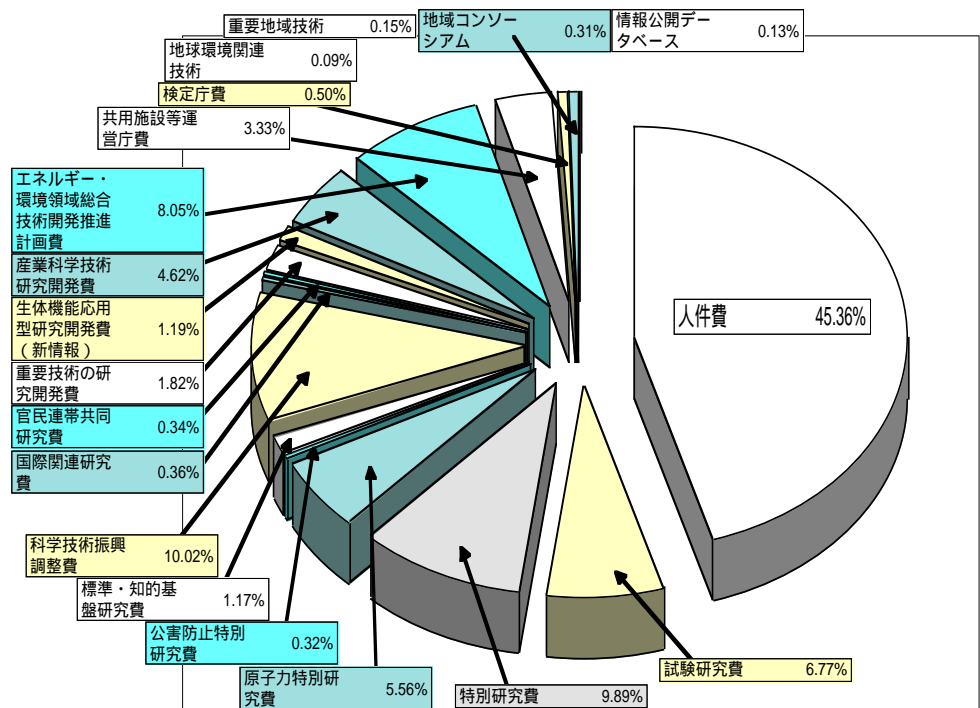
共同研究促進事業
 脳活動に伴う 2 次信号の計測とその発生機序に関する研究

研究情報公開データベース(RIO-DB)
 新超伝導体文献データベース(7-12)
 エネルギー・情報技術データベース(7-11)
 物体色の基準分光反射率分布データベース(7-10)
 工業技術院研究カタログ(10-11)
 逆磁場ピンチプラズマデータベース(7-11)
 脳画像データベース(7-12)

検定庁費
 特定標準器による校正など
 騒音計
 高周波電力・レーザーパワー校正
 光標準の維持及び分光応答度の新たな供給
 照射線量計

経常研究
 脳による情報処理の基礎研究(9-14) 他 43 課題

人件費	5,707,634
試験研究費	852,388
特別研究費	1,245,172
原子力特別研究費	700,132
公害防止特別研究費	40,232
標準・知的基盤研究費	147,248
科学技術振興調整費	1,261,143
国際関連研究費	45,648
官民連帯共同研究費	42,665
重要技術の研究開発費	229,380
生体機能応用型研究開発費（新情報）	150,000
産業科学技術研究開発費	581,111
エネルギー・環境領域総合技術開発推進計画費	1,013,595
地球環境関連技術研究費	11,926
重要地域技術研究費	18,739
地域コンソーシアム研究費	38,547
情報公開データベース研究費	16,333
検定庁費	62,982
共用施設等運営庁費	419,050
合計	12,583,925



受賞

工業技術院長賞（平成10年6月12日受賞）

清水 肇氏、伊藤順司氏、松井俊浩氏

清水 肇氏（電子基礎部長）



電子分光法による電子材料表面／界面の研究

固体表面は吸着、触媒作用、電子特性などと深く関係し、今世紀の初頭以来幅広く研究が進められてきたものの、表面近傍層に敏感な適切な研究手法の欠如のため、表面の本質に迫る研究は困難な時代が続いた。

受賞対象となった研究では、(i)表面に敏感な低速電子、イオン、光などをプローブとする表面研究手法の開発と、(ii)超高真空下で起こる表面現象の解明や利用を目指した内容となっている。

具体的には 10^{-8} Pa 以下の超高真空技術の実現と高信頼化、電子励起オージェ電子の検出に適した静電アナライザーの開発により、主として表面領域から発生した極微弱な信号検出を実現し、表面の局所情報 ($< 1 \mu\text{m}$) の収集を可能にした。オージェ電子分光法を用いては、主として下記の研究を行った。

(i) 銅ニッケルモデル合金を用いた表面物質相(種々の環境下で、表面数原子層は固体内部と著しく組成が異なる安定相を作る)の形成と表面科学的解明、(ii) 低速希ガスイオン衝撃による選択スパッタリング、(iii) イオンと固体表面の相互作用による合金の照射誘起偏析や拡散の解明、(iv) 走査型オージェ電子分光装置の開発と鉄鋼材料、LSI用材料、触媒等の表面／界面で起る物質移動と材料の高度化に係わる問題の解析、などである。

また、パルスレーザーを用いた表面研究手法の開拓を行った。(i)表面第2高調波発生分光法、(ii)短パルス紫外レーザーによる非共鳴多光子イオン化法を用いた、空間粒子計数法(アトムカウンティング法)の開発と 10^{-11} Pa レベルの極高真空研究への応用などである。

これらの成果は機能材料の開発、半導体集積化などで、表面やヘテロ界面で起る現象の理解が不可欠であることを明らかにし、表面科学が基盤技術として各種の産業で取り入れられるきっかけとなった。

伊藤 順司氏（電子デバイス部主任研究官）



シリコン集積回路技術を用いた高性能真空マイクロ素子に関する研究

真空マイクロ素子は、電子を固体から真空に放出する電子源(エミッタ)とその制御電極をマイクロオーダーの微構造の中に一体的に作り込んだ極微小真空管であり、次世代フラットパネルディスプレイや通信用マイクロ波管などへの応用が期待されている。しかし、過去20年以上にわたる研究努力にも関わらず、放出電流の不安定性や素子破壊などの問題が未解決である。

本研究では、エミッタへの供給電流を半導体基板内で制御するという新しい発想で研究を行い、世界で初めてMOS型電界効果トランジスタ(MOSFET)構造の素子の開発に成功した。従来使われている素子では、金属エミッタの表面状態(仕事関数)の時間的な変化によって、エミッタから真空に放出される電流値が大きく変動し(±数十%)、時には破壊に至ることもある。これに対して、エミッタをシリコ

ン基板から形成し、エミッタそれ自身にトランジスタ機能を付加する事によって、放出電流を安定に制御するというのが本研究のアイデアである。

このような発想に基づいて、MOSFET構造のエミッタを試作し、その有効性を実証した。本素子は、構造や作製プロセスが簡単であるにも関わらず、従来素子に比較して電流の揺らぎが1/100(±0.5%)以下、スイッチング電圧が1/10以下(10V)という極めて優れた特徴を持っている。本研究成果は、次世代の情報・通信を担う基盤技術として今後大きなインパクトをもたらすと期待される。特に、現在のTVブラウン管よりも明るく、液晶ディスプレイよりも薄い、コンピュータと融合した新しい高知能ディスプレイなどの実現に大きく貢献するものと期待される。

松井俊浩氏(知能システム部主任研究官)



ロボット統合プログラミングシステムの研究

ロボットの知能の実現には、センサー情報の認識、環境の表現、動作の計画や推論とシミュレーション、実時間制御、並列処理、マンマシンインタフェースなど多岐にわたるソフトウェアの集大成が必要である。

この研究では、さまざまな機能を実現・統合する基盤となる知能ロボット向けのプログラミングシステムの基礎を確立した。このソフトウェアシステムの要素は、次の三点からなる。

1. 統合の原理をオブジェクト指向に、記述の形式を人工知能言語に求め、知能ロボットプログラミング言語、EusLisp(ユースリスプ)を設計した。
2. オブジェクト指向の持つ「もの」中心の性質を利用して、体積を持った物体を表現する3次元幾何モデリング機能をEusLispを用いて実現した。

3. 処理の効率化に重要な並列処理機能と機器の制御に不可欠な実時間メモリ管理機能をマルチスレッドを用いて実現した。これらの中で、特に3は世界初の研究成果であり、さらにすべて機能が一つのプログラミング言語に実用的な性能で実現されているシステムはEusLispが唯一である。候補者は、当該プログラミングシステムの利用を研究者に働きかけ、ユーザーのフィードバックを得ながらシステムの改良を継続し、シミュレーション、画像理解、動作計画などのロボットの实問題に適用してその有効性を実証した。そして、認識、行動制御、対話、学習などの機能を利用したオフィスロボットや遠隔作業システムなどの統合的な制御系の実現に貢献した。

統一公開 1998.7.31 開催

工業技術院創立50周年記念行事の一環として全国統一公開が行われます。

通商産業省
工業技術院研究所全国統一公開

★★組合パンフレット★★

平成10年7月31日(金) 9:30~17:00

対象:小学生・中学生・高校生・一般



問い合わせ

筑波研究支援総合事務所研究企画調整官室

Tel.0298-54-2170

公開ホームページ

<http://www.aist.go.jp/TRAO/koukai/welcome.html>

電子技術総合研究所での公開するテーマは以下のとおりです。

酸化物単結晶の育成（電子基礎部）
 天然ダイヤモンドを超えるダイヤモンド薄膜が気体から作れる！（材料科学部）
 LSI技術を用いた次世代フラットパネルディスプレイ（電子デバイス部）
 音の世界の不思議な体験 - 無響室と残響室 -（基礎計測部）
 光コンピューター（光技術部）
 陽電子（電子の反粒子）で見るミクロの世界（量子放射部）

宇宙で活躍するロボット（極限技術部）
 ピン止め力による超伝導浮上と超伝導磁石（エネルギー部）
 - 地上に太陽を - 核融合研究 - 大型逆磁場ピンチ実験装置（エネルギー基礎部）
 進化するハードウェア筋電制御義手（情報アーキテチャー部・知能情報部）
 見て聞いて笑顔で話しかけるコンピュータ - マルチモーダル対話システム -（知能情報部）
 オフィスロボット Jijo-2（知能システム部）
 感性で対話するコンピュータ電子美術館 -（知能システム部）

サイエンスキャンプ 98

近年、青少年の科学技術への関心が薄れている。豊かな科学的素養を持った青少年を求めていくことが急がれ、そのために多様な科学技術体験学習の機会を提供し、創造的探求心を育てていくことが大事です。

サイエンスキャンプは研究の現場を知り、日頃経験したことのない最先端の研究装置で身の回りのことを調べることにより、日常生活の中にある「不思議」を発見し、科学技術がより身近なものとして感じられることを狙いとしています。

科学に関心をもつ高校生が、直接的に研究者とふれあうことなどにより科学への夢やロマンを持つことでしょう。

具体的には、7月、8月に国立研究機関（20機関）、理化学研究所などの特殊法人等試験研究機関（6機関）が会場となり、高校生、高等専門学校生を3日間受け入れ、実習・実験を主体とした科学技術体験学習、研究者・技術者との対話、参加者同士の交流を行います。

電総研は、今回のキャンプでは情報技術、エレクトロニクス、標準、計測技術、エネルギー技術の各分野の特定のテーマについて実際の研究現場で体験学習をして、電子技術を知り、体験する機会として行います。

1. 会期 平成10年8月4日～6日

2. 会場 電子技術総合研究所

3. 主なプログラム

A. 「模型スターリングエンジンを作ってみよう」コース

担当：極限技術部、総務部研究設備管理課

B. 「高温超伝導体を自分で作ってみよう」コース

担当：電子基礎部

C. 「超伝導に触れてみよう/その実際と応用(SQUID)」コース 担当：基礎計測部

人事異動

氏名	新	旧
佐藤 東司	出向（工業技術院）	総務部長
川合 康夫	総務部長	資源エネルギー庁

（平成10年6月19日付）


お知らせ

電総研ニュース・彙報がインターネットからも見るができます。

電総研ホームページを開きます。

<http://www.etl.go.jp/>

電総研WWWサーバへようこそ

 出版物をマウスで選択します。

各文書をpdfファイルで掲載しています。
pdfファイルを御覧になるには Adobe Acrobat Reader 3.0jが必要
です。
以下のwebサイト (URL) からダウンロードできます。(無
料) 【<http://www.adobe.co.jp/product/acrobat/readstep.html>】

出版物

- ・電子技術総合研究所彙報
- ・電子技術総合研究所研究報告
- ・電子技術総合研究所調査報告
- ・電子技術総合研究所ニュース
- ・Summaries of Reports of the Electrotechnical Laboratory
- ・電子技術総合研究所研究速報
- ・電子技術総合研究所年報

電総研ニュース

- 1998年4月 579号
- ・所長交代挨拶
 - ・超音波クラスター発生装置の開発

PDF File
For Plug-in (22P/510K/72dpi)
For Download (22P/1.6M/150dpi)

1998年5月 580号

印刷される場合は、お手元にパソコンのハード
ディスクにダウンロードして下さい。