

★能力開発の哲学とテクノロジー

JADEC ニュース NO.98 2016/3/20

も く じ

★JADEC はこのように考えました	2
★実践的に研究し具体的な提案をしてきました…… — 開発した学習システム —	4
★学習システム設計者の養成に力を注ぎました…	19

4 7 年の軌跡

能力開発工学センターの活動記録 その1

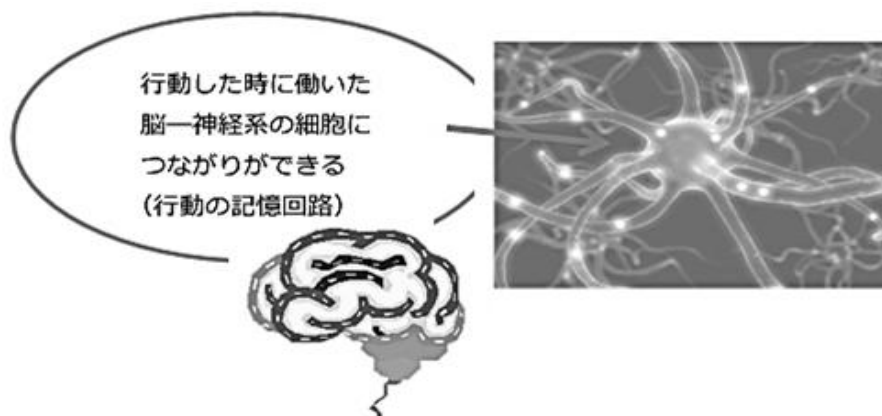


できるようにすることが教育である

—行動能力の形成と学習設計の方法を研究して—

人間の行動はすべて脳の行動回路によって生み出されるものであり、脳の行動回路は脳が行動することによって形成されるのだということを、半世紀以上に脳科学が明らかにしました。行動した際に起こった電氣的刺激により、そのときに働いた脳および身体の神経系の細胞につながり（回路）ができ、その回路の電氣的刺激の状態が、行動が終わった後にも残ります。これが行動の記憶。つまり、脳は行動したことを行動したように記憶（学習）するのです。

JADEC は、脳の行動回路を育てるという見地で「学習の場」を作り直さなければならないと考えました。



JADEC はこのように考えました

① 「学習」は、脳に行動回路を作るという考えで組み立てる

目標とする行動能力（身体表現されるものに限らず、思考活動も含めた）を育てるには、その行動を成立させる行動要素を経験しなくてはなりません。

行動は、身体と頭脳の働きが一体となったものです。具体的な行動の対象・行動の場に対する、目や耳などの五感の働き（脳による測定）と、身体活動による表現とが一体となって行動が成立します。学習は、そうした、行動を成立させる要素を洗い出し、行動経験のプログラムとして設計する必要があります。



② 行動分析を基に、学習内容を構成する

◆ 行動分析による内容構成

人間の行動は大きく見ると、対象を何らかの意味で測定していくことと、それに対して、筋肉を動かして反応（表現）することの二つの行動の複合とみることができる。そして教育の場合には、頭の中の測定を訓練することが大切なのである。それが正確にスピーディにできるようになれば、自然に表現行動も伴うといってよい。表現行動というのは、測定行動の反面と言ってもよいかもしれない。

我々は、人間の行動を教育するとき、従来は結果としての表現行動にのみとらわれて、「このようにやるのだ」という教え方をしがちである。それは技能といわれるような作業でも、事務的な処理の仕事でも、常に最後に現れる結果のみを教えるようにする。しかし、本当はそれが現れる前に頭の中で対象を何らかの測定基準、身体尺度によって測定することが重要なのである。

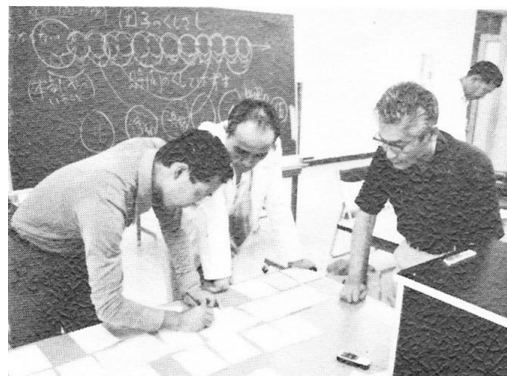
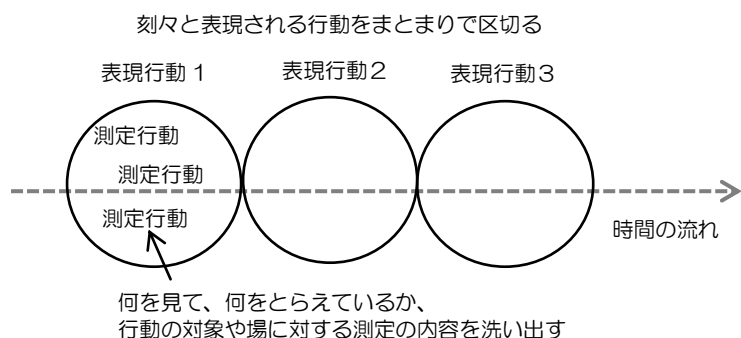
トップがデシジョン・メイキング（意思決定）するときでも、そこには測定がある。測定能力が不足しているところにデシジョン・メイキングができなかったり、見当違いが起こったりする。

そういう点を考慮して、人間の行動を分析してみること、そこから真に具体的に、いかなる教育がなされるべきかの二ードをとらえることができるのである。

（矢口新「教育方法の転換」1969年より）

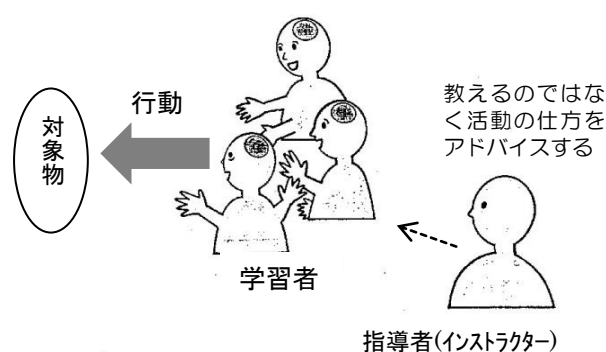
《目標とする(達人の測定力)を洗い出す行動分析》

達人（行動の目標）が持っている思考・感情も含めた行動のすべてを対象にして、学習者に経験させる行動要素とその目標値（表現行動・測定行動）を分析します。



③ 学習行動と場の設計・・・学習の主役は「学習者」

行動分析により洗い出した「行動を成立させる要素（測定行動）」を学習者に獲得させるため、経験の積み上げ方を設計します。学習者が自分で考え自分でやってみる、そうした主体的な活動の中で獲得していけるように、行動の対象となる教材（シミュレータや構案教材*）と、学習者の行動をガイドする指示教材（テキストなど）を準備します。それが JADEC スタイルの「学習の場」です。



構案教材：目標とする考えを深めたり、アイデアを実現したりするために、学習者が自由に使う教材。

◆ 一人一人に学習を成立させるためのプログラムが必要である

● 学習の成立というのは行動の定着といってもよい。ある対象に対して、ある測定が行われそして反応するという一連の反射行動が成立することである。それは一人一人見るべきことであって、学級いっせいなどということはない。

● 行動の定着というのは、その行動をやってみる以外にはないのである。言語がやってみることに代替できるのは、言語が実物に対決するのと同じ役割で果し得るときのみである。そういうことはめったにないことは、多くの人が実際には体験しているのである。しかし多くの人は、それは対象自体が難しいので言葉で聞いてもわからないのだと錯覚している。そうではなくて、言語の力が不十分であって、そのための役割を果し得ないのである。

● 我々の現在もっている教育の形態は、一人一人に対象物を与え、それに反応させることによって行動を定着させる、つまり、測定と表現の行動を形成するという形になっていない。

● 大切なことは、学習を一人一人に成立させるプログラムを考慮して工夫することである。

（矢口新「教育方法の転換」1969年より）

実践的に研究し、具体的な提案をしてきました

学習行動の対象となる 様々なシミュレータや構案教材

自動車運転訓練



ヘアカッティング技術の学習



コンピュータ・リテラシーの学習



血圧測定原理の学習



シーケンス制御入門の学習



学習者を探究に導く プログラムテキスト



仕事の場と近接した 研究的学習環境



グループによる協同学習 と行動的探究学習

右：自動車整備学校で

下：サウジアラビアからの研修生



上：大日本製糖〈現関門製糖〉

下：リコー沼津事業所

開発した学習システムについては、
P.6～18 をご参照ください。

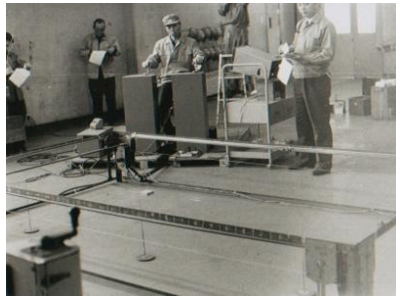
開発した主な学習システム

	生産現場のための学習	さまざまな技術学習	リテラシー学習 (科学&コンピュータ)	主な教育支援/開発支援
1965 ～	クレーン運転 計測制御整備 鉱石処理 自動制御	銀行業務 板金図面 脳波のよみ方 銀行事務 自動車運転	産業人のための基礎 (数学・物理・化学・英語) 基礎教科(CAI) コンピュータ入門(TXT 版)	■製造技術/自動制御/機械操作/設備保全など 八幡製鉄/富士製鉄/川崎製鉄/神戸製鋼/日本鋼管 黒崎窯業/日本国有鉄道 海上自衛隊第2,第3術科学校/東京三洋電気/ 旭化成工業/鹿島石油 松下電池工業/カルビー リコー/平塚ろう学校
1971 ～	製糖プラント運転	チェーンによる伐木造材(林業) 集材機運転(林業) トラクター運転(林業) 理容カッティング技術 航空管制行動(CAI) 看護基礎技術(体位変換/ベッドメイキング他)	コボル入門(TXT 版) フォートラン入門(TXT 版) フォートラン入門(CAI 版) 電気の探究学習 構案教材によるコンピュータリテラシー学習(～85)	■プラント運転他 大日本製糖/東日本製糖フジ製糖/神戸精糖/第一糖業/関門製糖/伊藤忠製糖
1981 ～		ラジオ故障発見・修理 自動車の電気 造林技術(林業)	中学生の数学	■機器取扱など 国際電電/日本電電公社
1991 ～		血圧測定シミュレータ 高速道路教習	キータイピング BASIC 入門 COBOL 入門	■天然ガス転換機器調整 大阪ガス/東京ガス 東邦ガス/ガス会社各社
2001 ～	電気による制御入門 シーケンス制御入門	ベーシック・コミュニケーション 「相手の心を受けとめる」	フォートラン入門 C 言語入門 OA システム設計能力	■コンピュータ他 北九州国際技術協力協会 佐伯メカトロニクス エレクトロラックス社 リアド電子工業高校 ムサシノミート 福光町教育センター 水海道市教育委員会 水海道市立豊岡小学校 三鷹市立第二小学校 富山市探究クラブ
2011 ～	電気・シーケンス制御入門 (ろう学校版/英語版) プログラマブルコントローラによる制御入門 機械入門 フィードバック制御入門 製糖プラント運転カスタマイズ版 伊藤忠製糖/第一糖業/関門製糖	採血(看護技術) 電気の入門シリーズ 看護のコミュニケーション・セクス インストラクションレコーダによる教習指導分析 電流の働き(小6電気) 自動車の電気(改訂版) 基礎看護技術(第二次) コミュニケーションの修復 高齢運転者の自覚・修正シミュレータ(提案)	電気入門シリーズ みんなの電気/家庭の電気 磁力入門/電子入門 映像分析による探究学習指導力育成	■自動車運転教習他 小諸自動車教習所 直方自動車学校 ランドナトラス コヤマドライビングスクール アイルモータースクール ■その他 関東自動車工業(図面) 三栄測器(脳波解読) 日本航空(客室乗務) 三菱信託(信託事務) 東京女子医大看護短期大学 久留米大学看護学科 富山女子/高岡女子/新川女子 高校衛生看護科 横浜市立商業高校理容科 東京工科専門学校 (自動車整備技術) 三鷹市立第二小学校 水海道市立豊岡小学校 ダイジョブ (ソーシャルトレーニング)

天井走行クレーン運転訓練システム 1965 年



シミュレータ①



シミュレータ②



シミュレータ③

JADEC の前身であるプログラム教育研究所時代に開発した学習（訓練）システムの第 1 号。通産省からの訓練科学技術についての委託研究の成果である。

天井走行クレーンの運転技術を 3つの要素にわけ、3つのシミュレータで段階的に育てるようにしている。

①意識ゼロのハンドル操作 ②最短の軌跡をつくる左右複合操作 ③積荷の振れを吸収する振れ止め操作

天井走行クレーンの高い位置から荷の大きさを目測し、振れないよう移動・停止させるその運転技術は大変難しく、事故が絶えず、当時、数か月の訓練後、一人前になるには 3年かかるというのが一般的認識だった。

しかし、このシミュレータは、パイロット訓練のターミナル・シミュレータなどとは全く発想の異なる素朴なものながら、訓練には威力を発揮。訓練時間が半減した上に、現場での事故が大幅に減少。このことは、鉄鋼連盟を通じて広く製鉄各社に伝えられ、各社ともシミュレータを複製し、同様の訓練を実施した。

NHKの番組「明日をひらく」で『熟練工誕生』として全国に放映された。



天井走行クレーン

クレーン運転の学習カリキュラム構造

知識の系列ではなく、「〇〇ができていないと〇〇はできない」というような行動の構造に基いてカリキュラムを組み立てている。この考え方は、他の学習システムでも共通している。

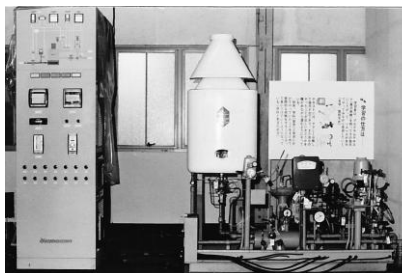
I	①全体構造の測定								
		電気系統ジョブ							
II	機械系統ジョブ	①主要電機機器の形状測定	運転ジョブ	□□合図ジョブ	玉掛けジョブ				
	②横行装置の測定	②電動機配線系統測定	①ハンドル操作 ブレーキ操作	①手合図の基本動作	①重量の測定				
	③巻上装置の測定	③電動機の構造測定	②走行・横行運転 巻き運転	②手合図の測定	②ワイヤーロープの 構造と取扱い				
III	④走行装置の装置	④電動機能力測定	③振れ止め運転	③笛合図基本動作	③玉掛用具の構造 と取扱い				
		⑤電磁接触器・抵抗器 コントローラの 構造機能測定	④走行・横行運転 巻き運転						
			⑤振れ止め運転						
			⑥複合運転						
IV	⑤力の能率測定								④玉掛作業の基本
	⑥接続部の測定								
V	⑦注油点検				④タイミング合図動作				
VI			⑦総合運転	実車					

自動制御の教育の研究 1965～

生産現場の自動化が急速に進み、企業は、工場の現場作業員に対して自動制御システムの操作手順を覚えさせる訓練を行ったが、化学工場では爆発事故が多発した。

必要なことは、作業員が操作盤の背後にある制御システムのイメージをもつことである。それを可能にする訓練システムについて、製鉄工場を事例にして研究した。

その結果開発したのが、単純な流量制御を事例にして、工場の各所に点在している検出器・操作器をコンパクトなスペースに集めたシミュレータ。



さらに個々の機器を別個に用意してそれらを分解組み立てすることによって、内部の仕組みをつかむという学習カリキュラムを構成した。

フィードバック制御系の基本概念を実感的に把握することで、工場全体の複雑な制御システムを類推することができ、作業意欲の向上にもつながることが立証された。

見えないものを見える形にするという根本思想はその後の全ての学習システム開発に生かされた。

CAI システムの研究 1967～

ハードウェアが先行した CAI (computer assisted instruction コンピュータによる学習指導) 研究に対して、日本で初めて学習教材の側からの研究に取り組んだ。「やさしい分数」「気候の見方」などを取り上げ、学習活動を中心にしたシステムのあり方を研究。第一段階のシステムを、昭和43年夏に全国プログラム学習連盟の全国大会で展示発表。(写真)



その後、探究的な学習活動のためのシステム(電気のしらべ方)や、高速判断訓練のための CAI システム(航空管制行動訓練)の研究に取り組んだ。

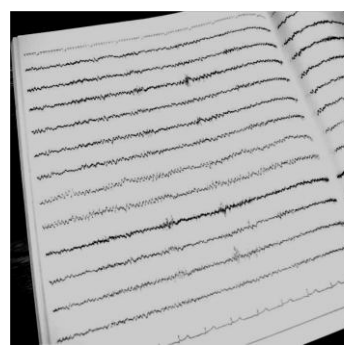
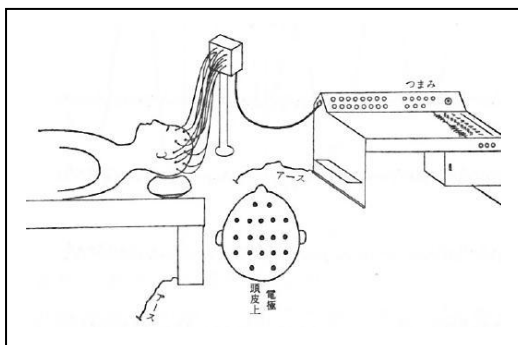
P.16/P.9参照

脳波のよみ方 1968年

三栄測器(株)の委託により営業マンの教育用に開発したもので、プログラムテキストの指示に従って、資料の脳波を読んでいくという完全に自学自習のシステムである。

一般に、脳波の正常異常の区別が出来るようになるためには1年かかり、本当の熟練者になるには5年～10年かかると言われていたが、この学習システムでは、7時間から10時間の学習で一人の人間の完全な脳波をほぼ90%の精度で読むことが可能となった。

- 教材 テキスト3冊 (Ⅰ 脳波の読み方 Ⅱ 脳波計の機能と操作 Ⅲ 電極の装着)
- 付属資料 1冊 (脳波実寸) / ワークブック / 脳波測定スケール



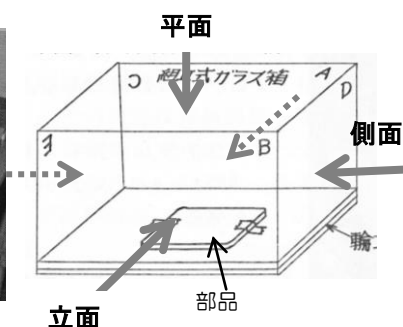
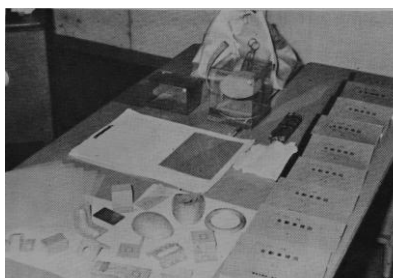
自動車板金図面 1969 年

関東自動車工業技術部と共同開発したプログラム学習方式の学習システム。従来から実施していた講義方式による機械製図の教育では自動車のボディー製造のための板金部品の図面を読む力が不十分でばらつきがある（教育期間終了時の不合格者が 20～30%）、教育が必要な従業員が 800 名程いる。もっと合理的な教育方法を、という要請であった。

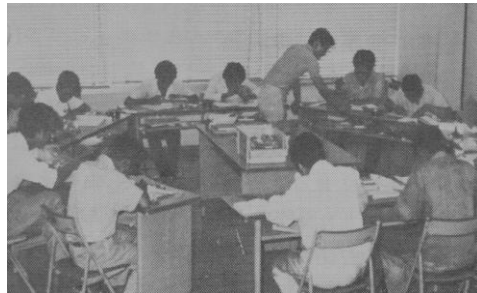
《開発した教材》

テキスト 9 分冊 約 1000 ステップ / 組立式ガラス箱 / 部品シミュレータ教材 10 数点

テキスト/ワークシート/部品教材



学習風景（立っているのはインストラクター）



部品を平面、立面、側面の 3 つの面からしっかり見る力をつけるための工夫である組立式ガラス箱と、一人一人が自分で箱の中に部品をセットし、観察結果を図面に表し、結果を確認していくという方式は、「自分のペースで得心できるまで確かめることができた」「コンプレックスが解消できた」と好評で、学習結果も従来 OJT も含め図面が読めるまでに 3 年程かかったものが、3～6 カ月に短縮できるようになったということであった。

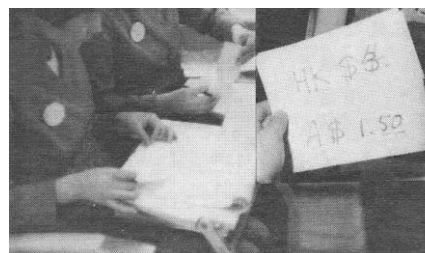
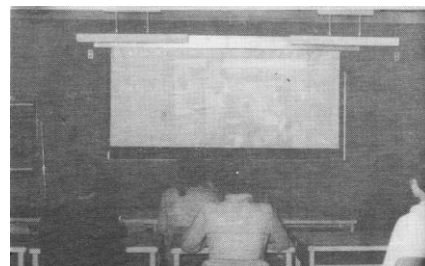
銀行事務/信託事務/客室訓練 1966 年、1969 年、1973 年

「銀行事務」はプログラム教育研究所時代の自主研究開発、「信託事務」は三菱信託銀行への開発援助、「客室訓練」は日本航空の乗員訓練への開発援助である。開発担当者に JADEC の学習システム設計者養成講座（2 週間）での教育を実施したのち、開発の支援を行った。従来の講義＋実習という形から、「プログラムテキスト＋具体的な行動の場」という考え方に切り替えたのである。

例えば、客室乗務員の訓練では、下記①②③のような段階的な訓練プログラムを実現し、大きな成果をあげた。

- ①テキスト・実物・換算表を使った訓練
- ②ペーパーシミュレータや「スライド+音声による行動場面」を組み合わせた模擬行動訓練
- ③モックアップ（機内を模した訓練施設）での総合訓練

この仕事からは、その後思わぬ展開があった。1970 年、ある製糖工場の全自動化計画を進めていた計装メーカーの責任者が、全自動化に対応できる従業員の教育方法を模索して様々な企業を巡り、その一つとして日本航空を訪れた際、客室訓練所の関係者から能力開発工学センターを教えられ、「これだ！」と思い、製糖会社の教育企画責任者に紹介した。それが、JADEC の一大事業となった製糖会社の全従業員に対するプラント運転訓練プロジェクトへとつながったのである。（P.13 参照）



自動車運転訓練システム 1970年

1970年科学技術庁の特別研究促進調整費による研究「環境の高速度変化に即応する反射行動の形成プロセスの解明およびその教育方式の確立」の成果であり、自動車運転教習にシミュレータが使われるようになったそのきっかけになったものである。行動分析の結果、運転行動を

要素行動→要素行動の連関、連続行動→それらの複合行動としての操縦行動→

操縦行動を展開する場(空間)に対する測定行動→以上のものの組み合わせとしての運転行動

としてとらえ、それらを、「行動は行動することを通じて、その行動の神経回路が形成される」というJADECの行動形成に対する基本的な考え方を土台に、カリキュラムを組み立てた。



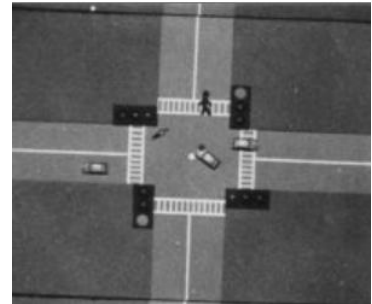
●運転装置、運転席及び正面スクリーン

運転装置の形状と特性は、実車と同じ。学習行動の指示用テープレコーダや映写装置を備えている。映写装置は可変速機能を持ち、アクセルやブレーキ装置と連動して走行場面を映し出す。



●模型車とサーキット

前走車に対して車間距離をとって運転する行動を身につけるためのもの。前走するプログラムカーの動きに応じて、学習者はアクセル、ブレーキを操作して後走車を追従させる。



●水平スクリーン

スクリーン上には交差点場面の状況が提示される。スクリーン下には、運転者の操縦に連動するプロジェクタがあり、交差点場面の映像と合成される。

航空管制行動の訓練システム 1973～75年

1973～75年度における科学技術庁の特別研究調整費による「安全行動形成の方法論の研究」の成果。

科学技術の急速な発展に伴って高速、複雑、巨大化している現代社会において安全を確保するための人間の行動をいかに形成するかということに焦点をあてたものであり、研究の対象になる行動類型として、有視界方式による管制行動をとりあげたものである。

本学習システムは、行動対象となる管制空間をシミュレーションするものとして、学習の最初の段階からCAI方式を採用した。

ディスプレイの画面に飛行場および管制空間の状況、テープレコーダの音声で航空機のパイロット（または管制官）の交信、そしてスライドに気象情報を提示し、それぞれをコンピュータでコントロールすることにより、行動の対象となる場をシミュレーションすることとした。学習者はその場において、シミュレーションされた状況に対応して交信行動を行う。

このシステムにおいては、具体的な時間的空間的イメージとそれにもとづく管制行動としての基本的交信能力が60時間程度で形成できることが確かめられている。



林業技術の学習システム 1971～78年

林野庁からの委託により開発したシステムである。ねらいの一つは、林業技術の機械化が進むとともに増加した操作ミスによる人身事故を防ぐための訓練システムを作るということ。もう一つは、高度成長下で山村の若者が都市に流出しベテランの林業技術を受け継ぐ世代がなくなってきたため、訓練システムの開発により技術の伝承をはかろうとするものである。

「技術は、先輩を見て盗め」といわれてきた徒弟的教育から、コツを示した「モデル映像」「ポイントをつかむための様々なシミュレータ」を使つての「自分で技術をみがく学習方式」を意図し、前橋営林局沼田営林署のベテラン作業員の協力を得て、その技術を徹底的に分析して開発した。

開発した訓練システムは、国内だけでなく、海外でも利用された。

■チェンソーによる伐木造材 1971年 ■トラクター運転 1975年



■集材機運転 1973年



■造林作業(道具の使い方を含む)1977年

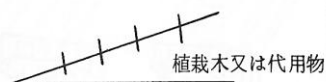
造林作業訓練システムの目標は、「造林という長期にわたる樹木の育成の仕事に対する愛情を形成するとともに、科学的な知見に基づき正確かつ安全に作業する能力を育てる」ということである。

基本的には、初心者に対するものとして設計したが、コースの構成の仕方を工夫することによって、既に造林作業の経験のあるものに対しても、利用することができるように考慮して作成した。



造林作業教材例(鎌、のこの使い方)

- ・実習場(現場に設ける)



- ・構え用シミュレータ



- ・練習用立木、倒木(現場)

- ・構え用シミュレータ



- ・練習用立木、倒木(現場)

- ・立木切口モデル



理容カッティング技術 1972 年



理論は、行動をすることで考えてこそ真に理解できる。講義による理論の学習は全くなく、理論と実技を行動に統合した学習システム。技術を通じて主体的創造的行動を育成していく探究的な学習づくりに力を注いだ。

カッティング技術のポイントは、つぎの3つ。

- ①垂直に逆立てた状態で毛の長さをイメージする能力
- ②描いたイメージ通りになる長さをくしと指とで測定する能力
- ③頭を部分に分けて、最終の形を面で構成する能力

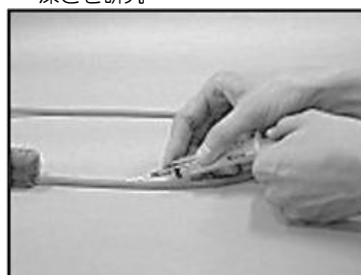
これ等のポイントを自分でつかみとるために、様々なシミュレータや教材を考案した。通信教育用の学習システムとして作成したが、'75 年から横浜市立商業高校理容科（1 年課程）に取り入れられ、大きな成果をおさめた。なかでも教師たちが驚いたのは、生徒たちの学習姿勢の変化。段階的に目標がしっかりと見え、考える材料があり、仲間と探究的に進める学習が、意欲と職業意識をもたらしたのである。

基礎看護技術 1974 年～

矢口所長が東京都の看護教員認定講習の講師を務めたことがきっかけで研究開始。「講義による理論学習＋手順方式の技術実習」からの脱却を、具体的に提案するための学習プログラムを作成した。

ベッドメイキング、体位変換、寝衣交換、シーツ交換、血圧測定、採血などの基礎看護技術について、探究的に行動する中で技術のポイントを学ぶ学習プログラムを開発した。下の写真は「採血」の学習の例。

始めはゴム管で、針を刺す角度や深さを研究



最後は、腕を模したシミュレータで総合的に練習



この研究が土台になって生まれたワークブック形式の学習書。
(医歯薬出版社より 2010 年刊行)



なお、血圧測定については、その原理を学習するための原理シミュレータを作成した。(P.12 参照)

キータイピング 1987年

パソコンやワープロのキーを見ないで打つ、この技術の習得には1回2時間でほぼ1カ月、つまり50～60時間かかるかとされている。しかし、この教材で学習した場合、9割方の人が5、6時間でマスターする。

学習のポイントは、「キーの位置を覚える」ではなく、「指を別々に動かせるようにする」こと。文字の位置を問題にする前に1本1本の指を独立して動かす、という学習をする。普通、指は右と左が一緒に動いてしまう。また、薬指や小指などは、普段独立して動かしていないために特に難しい。それを、独立した動きが確実にできるようにするよう段階を踏んで、プログラムしてある。

もう一つのポイントは、1本の指の受け持つ範囲を空間的にとらえることと、指の列移動、横移動の「動き量」の感覚をつくること。指全体を列の桁で前後にスライド移動させ、その上で指の担当キーの位置に横移動させて打つ。最後のポイントは、間違いを恐れず自分のペースで気楽に打つこと。打った結果から自分の問題点を自覚し、修正する。その主体的な活動の仕方が学習の成立に大いに効果がある。

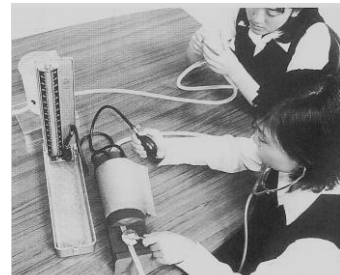


血圧測定原理の学習シミュレータ 1983年頃

「血圧を測定する看護婦さんたちが、その測定原理をほとんど理解していない！」それどころか、「最高血圧、最低血圧の意味さえ分かっていない人がたくさんいる」という驚きの事実に対して、何とか実感をもってその原理がとらえられるようにしたい、という思いから作成したものである。

血圧計は腕に巻く布に内蔵されたゴム袋内の空気圧を測定する機器である。腕を締めつける圧力（外圧）によって血管内の圧力である血圧を測定する。そして、聴診器で聞き取る音により最高血圧、最低血圧と判断するのである。血圧測定とは何をやっていることなのか。聴診器で聞いている音とは何なのか。それを自分たちで探究していくための学習シミュレータである。

石油ポンプを心臓、透明なシリコン製のチューブを血管に見立て、石油ポンプの収縮拡張によってチューブの内圧が変動する状態を作ることができる。液体にごく小さい粒状の物質（当方推薦：粗挽き胡椒）を入れれば、外圧の大きさの変化により、チューブの中に何が起こるのかを観察できるようになっている。



1997年特許を取得。看護学生を対象に(株)坂本モデルが商品化し販売している。シミュレータの全体写真はP.4参照。

製糖プラント運転技術 1976～77年

一工場の全自動化に伴う従業員教育プロジェクト

大日本製糖（現、関門製糖）門司工場が、当時日本で最も古かった工場の現有設備を生かし、ローカルシステムの結合であったシステムを、全自動の中央処理システムに切り替え、工事完成後は製造・保全とも運転員による自主管理とする、という工場大転換時の1年余にわたった従業員教育のプロジェクトである。従業員の60%は40歳以上。従来の単能業務を多能化し、高度に計装化されたシステムに適應させられるか、従来の「講義＋若干の実習」という方式では無理だと感じていた教育企画責任者の決断で、JADEC方式の採用という形でプロジェクトが実施されることになった。（P.8 参照）

51年3月にスタート、工事開始がその年の12月に迫り、開発が済んだところからすぐさま学習が開始されていくという、あわただしい展開で進められた。JADECはその間、他の仕事を最小限に絞り、ほぼ全員で取り組んだ。開発に加わった大日本製糖の技術および製造のスタッフ3名は、開発に併行してインストラクターとして教育実施にも当たった。

働く人々は自分の職場を自分の論理で解析できる能力を持たなければならない、というのがJADECの理念。砂糖製造のプロセスと自動制御の仕組みを、科学的にそしてリアルにとらえる学習を構成した。ミニ実験、各種シミュレータ、8mmムービーなど数多くの教材を準備し、工場の実際の工程をも調査・分析の対象とした体験的・探究的学習を、無作為編成の3～4名程度のグループで実施した。

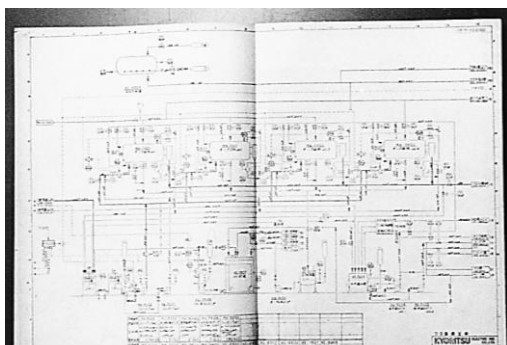
学習のインストラクターも務めた当時の製造課副課長は、「学習者からの疑問や意見が出やすく、それを解決していく過程でお互いの考えを理解でき、協調性も生まれ、人間関係にも大いにプラスになった」と語っている。

教育の内容と段階

- ・製糖プロセスの基本（ミニ実験学習）
 - ・自動制御の基礎Ⅰ（シミュレータによる学習）
シーケンス制御、フィードバック制御
 - ・工場のシステム解析（各工程の現場学習）
- ↓
- ・自動制御の基礎Ⅱ（シミュレータによる学習）
特性測定と最適調整、カスケード制御
 - ・工場のシステムの掌握（各工程の現場学習）
各工程の掌握、オペレーションまで
- ↓
- ・新システムの運転操作の概略
IFD（システム設計書）の解読
（工場建設中の学習：写真④⑤）



フィードバック制御の基礎を学ぶシミュレータ



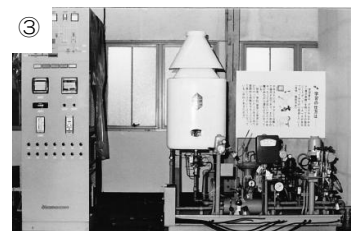
全従業員が解読した、新システムの設計図



①



②



③



④



⑤

- ① 砂糖の性質と精製の原理とを調べる学習（ミニ実験）
- ② 電気による制御の仕組みの学習
- ③ 複合要素の自動制御を学ぶシミュレータ
- ④ 現工場のシステムの調査
- ⑤ 新工場のシステム解析（新工場建設中の学習）

自動車の電気 1978 年

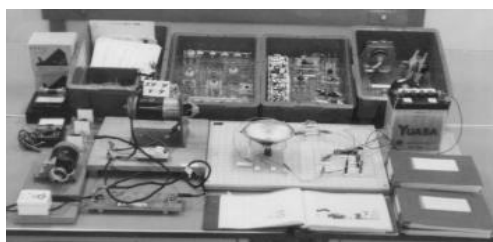
自動車整備技術学習における電気系整備の導入の学習として開発。抽象した言葉としての理論(学科)とその確認(実習)という形の学習を改め、始めから具体的な対象(電気回路)に対決させ、回路に現れた現象を観察整理する、また、実際に回路を組んで電気を動かし仕事をさせるという経験を重ねる中で、導線に流れる電気の動きがあたかも目に見えるごとく、頭の中にイメージできるようになることを意図している。

具合の悪い対象に向かって故障発見をし、整備をしていくという整備技術者にとって、具体的な対象(電気回路)に向かって働きかけ、その中で現象をとらえて整理していく姿勢こそが重要なので、そのねらいも含んだ組み立てとなっている。

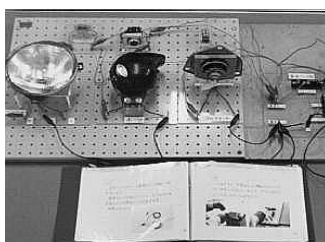


プログラムテキストを使った研究的自主的学習

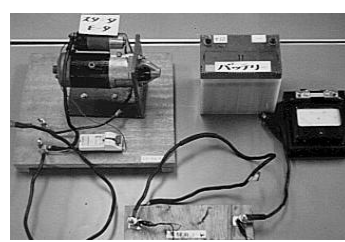
自動車電気の世界に導く様々な教材



モータやホーンを動かせる



スタータモータの回路



ラジオの故障発見・修理 1978 年

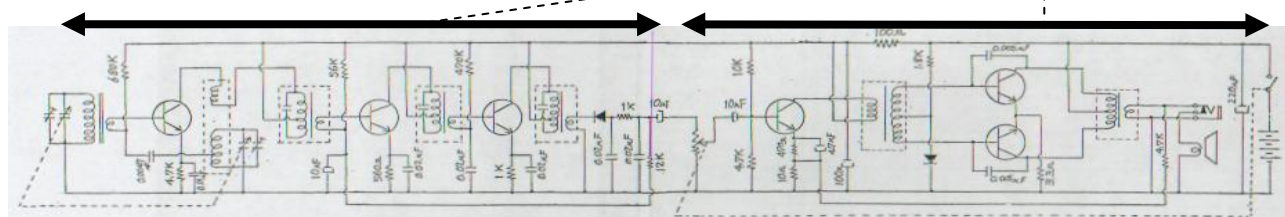
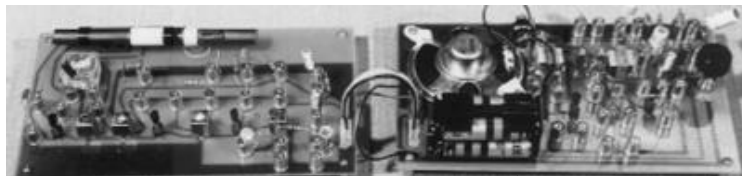
発展途上国の専門学校のための学習システム。手順主義のフローチャート方式ではなく、「回路に現れる音と電圧から電気の流れ方を推測し故障部位を発見する」という論理的な思考のしかたを育てるようにした。

ラジオの回路は、①の受信回路、②電波を電気にのせ音波として取り出す回路、それに③、④と2段階で音を大きくする回路が並列に組み合わせられてできており、ベテラン技術者はその並列回路を切り分けて、そのどこに故障があるかを見ていく。このシステムでは、①、①+②、①+②+③の段階的シミュレータをつくり回路を切り分けてとらえる視点を育て、その回路における電気の働きかた、音の現れ方を、自分で調べていくようにプログラム。それとともに、回路の中の抵抗の値によって、電圧がどこにどう現れるのか、いわゆるオームの法則が身体感覚となるまで練習するプログラムや、基板上の回路を読みとる練習を組み合わせで設計した。自分で回路の一部が断線、ショートしたときのシミュレーションもできるようにした。

①受信回路	②音波を電気にのせ、取り出す回路 (スピーカ回路)	③音を大きくする回路Ⅰ (増幅回路)	④音を大きくする回路Ⅱ (増幅回路)
-------	------------------------------	-----------------------	-----------------------

右は6石ラジオ*のシミュレータ。
実物ラジオを調べる前段の学習教材。
①+②+③+④の回路で、回路図に対応させやすく作ってある。

*トランジスタ6個使用の一般的なラジオ。



電気・シーケンス制御入門シリーズ 1991 年～

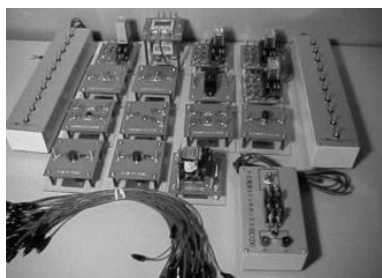
1976 年大日本製糖(株)の全自動運転へのシステム転換に伴う従業員教育の委託を受けた際に、電気・制御の入門教育として開発した学習システムを、製造システムの発展進化等に合わせて改良したものである。

「電気に仕事をさせる」「全体システムを把握する」という基本的センス*の育成がねらい。現実性を持ちながら、それが単純な形で現れるシミュレーションの場で、行動的に段階的に学習させるように設計してある。

*ここでいうセンスとは、行動の場において、論理的思考が瞬間的・反応的に働く状態を言う。対象の測定とその結果の表現行動が一体となった状態。



食品製造会社での研修風景



電気による制御入門



シーケンス制御入門



PCによる制御入門

■ 電気による制御入門

電気に仕事をさせることについての基本センスを、自分で回路設計をして電気を働かせ、結果を観察・分析することを積み重ねることにより、体感として身につける。(約6時間/プログラムテキスト2冊)

■ シーケンス制御入門

シーケンス制御とは、時間の経過に従って処理していく方式のことで、家庭の電気製品から工場の産業ロボットや発電所まで、あらゆるところで自動化省力化のために活用されている。この制御方式を動かすための基本センスを、回路設計と結果の分析・観察の積み重ねにより、自分のものとする。(約12時間/プログラムテキスト2冊)

■ プログラマブル・コントローラ(PC)による制御入門

目に見えないプログラマブルコントローラ(PC)の働きを、実際に回路設計・構成し、結果を分析・整理していくことによりつかむ。(約12時間/プログラムテキスト2冊)

電気入門シリーズ 2004 年

■ みんなの電気

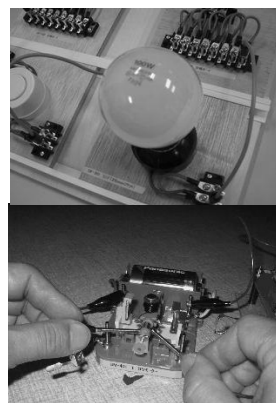
■ 家庭の電気

■ 電気による磁力

■ 電子入門

自分で回路を作り動かしてみることで、電気になじみ、電気利用のシステムをしっかり理解することをねらった学習。「みんなの電気」は直流3Vの電気で懐中電灯やモーターを動かせる回路を、「家庭の電気」は交流100Vで家庭にあるライト、スイッチ、ブザーなどを使っていろいろな電気回路を考え構成する。

「電気による磁力」では、モーターが働く原理を通じて、電気が作り出す磁力とその活用の仕方の基本をつかむ。また、身近なところで使われている「電気による磁力」を調べ、その活用の世界の面白さをつかむ。「電子入門」では、直流5Vで、電子ブザー、ダイオードランプ、トランジスタ、抵抗など小さな電気で働く部品を使った回路を作り、半導体の原理や動きを、リアルな体験の中でつかむようにしてある。



電気のしらべ方-科学的探究力を育てる- 1972~77年

JADEC が最も重要だと考えることの 하나가、科学的探究力の育成である。それはどうしたら成り立つのかを、目に見えない“電気”をテーマにして研究した。前の頁で紹介している様々な電気の学習システムの開発の土台にもなっている。(もともとは、学習指導におけるコンピュータ利用の研究から始まったものだが、その過程で「探究的に行動することこそが科学である」ということを確信した。)

電気とは何か、どういう働きをするものかという問題に向かって、自分たちでさまざまな実験をしながら調べていくという学習。小・中学校で扱っている電気に関するものすべてを取り上げている。

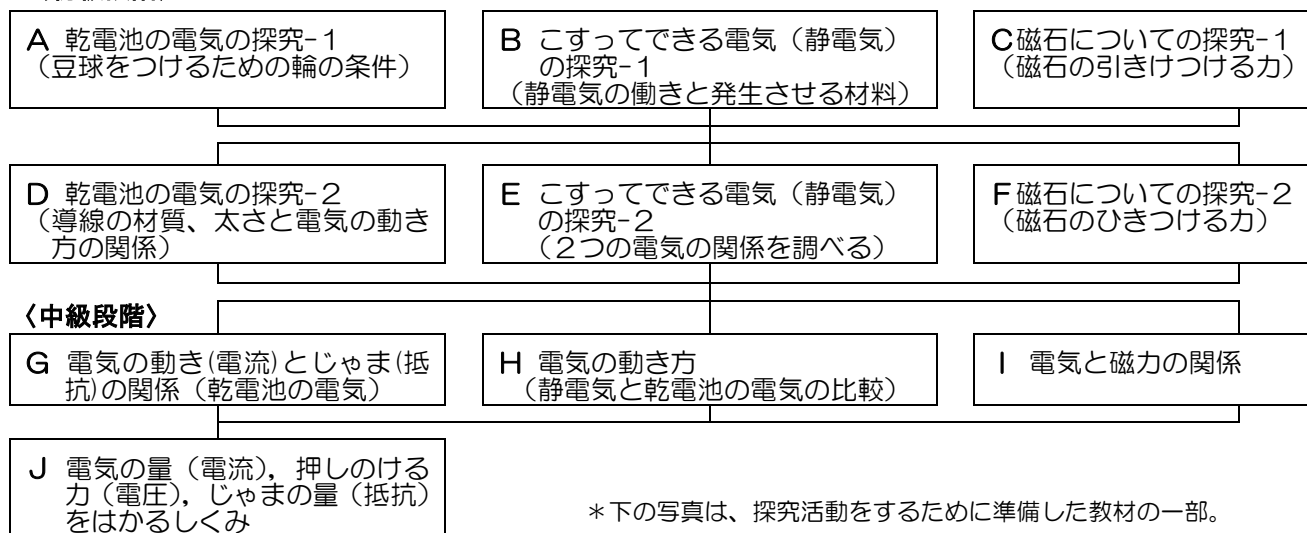
初級段階はABCが入り口で、乾電池の電気、静電気、磁石の三つに分け、それぞれ最も基本的なことについて調べる。3つのショップの興味のある所からスタートし、全部が終了したら、DEFのいずれかに進む。DEFでは、それぞれのテーマについて、より深く探究を進める。初級が終了したら、小学生であっても中級にも進めるようになっている。

中級のG, H, Iは電流、電圧、抵抗についての認識を確立することが目的。初級段階と同様どこからでも学習を進め、終了したら、磁力を使って電気の量をはかるしくみ(電流計)を作るショップJへ。その後は電流計、電圧計、抵抗計を活用して電気の定量的関係の探究に進むようになっている。



〈初級段階〉

★ 学習の全体構成



* 下の写真は、探究活動をするために準備した教材の一部。



* この学習は、実験が終了した後も'80年まで福光町教育センターの探究クラブとして続けられた。

実験の成果は、研究紀要 20 号, 25 号で報告。

コンピュータ・リテラシー学習 1970～85年

コンピュータ学習は JADEC 設立当時からの研究テーマである。教育技術の開発を当初の目的としてコンピュータによる教育（CAI）の研究に着手したのであるが、研究の過程でコンピュータが近い将来万人のものになると予感し、コンピュータそのものについての学習が CAI 以上に必要だと認識、CAI 研究開始の翌年から開発に取り組んだ。

■テキスト方式によるコンピュータ学習 1970 年代

コンピュータの学習は、基本的にはコンピュータを使う行動をするということではなくてはならない。コンピュータがどんなしくみ、どんなプロセスで仕事をするのかということをつ捉えておかなければ、適切に使えるようにならないのであり、そのことを捉えるには人間の仕事を分析してコンピュータの仕事に翻訳するということが「やってみる」ということが一番の近道である。

基礎編（1970、71）、コボル編（1972）、フォートラン編（1973）は、いずれもプログラムテキストの形態をとるものである。その当時は、現在のパソコンの何分の 1 かの能力のコンピュータ 1 台が学校の教室いっぱい大ききで、誰もがたやすく使ってみるという状況ではなかった。そうした中で、いかにして「やってみる」ということを実現するかを工夫したものである。

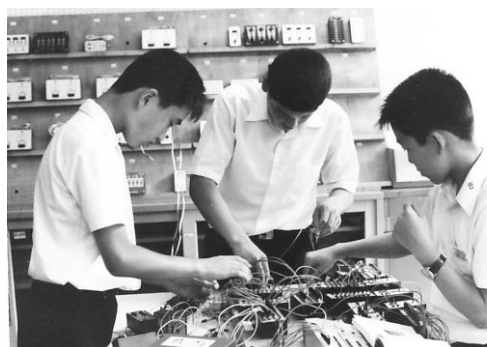
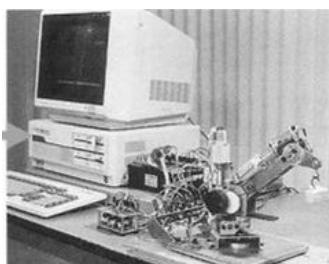
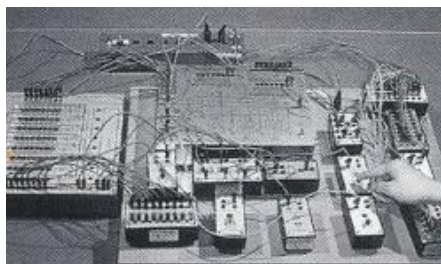


■構案教材によるコンピュータ・リテラシー学習システム 1975～85 年

テキスト版を土台にして、構案教材の活用というアイディアにより、コンピュータが仕事をする論理を真に自分のものとしてできることを目標にして、1985 年に完成させたものである。

リテラシー（教養）というのは、レター（文字）を語源とした言葉で、読み書き能力から発展して教養という意味を持っている。難しいところはブラックボックスにして操作だけを教えるという実用主義に対抗して、コンピュータが仕事をする論理をリテラシーとして身につけることをねらいとした。具体的には、コンピュータが仕事をする論理を学習の各段階の課題とし、構案教材による回路構成、システム実現を通じて育てることが、本システムの目標である。

コンピュータの働きの根源であるパルス発振と、電気による記憶の実現に始まり、ロボットやシーケンスなど各種の制御システムや、名簿管理・販売管理などの事務処理システムにいたるまで、自分でそのシステムを段階を踏んで構成していくことによって、コンピュータの仕事の論理を真に自分のものとしていくように設計してある。



探究指導の学習システム 2006～7年

探究学習指導の映像を分析することにより探究指導の力を育てようというもの。探究学習の学習指導映像4種(各約1時間)を4段階で分析。事前の探究学習の体験を含めると約13時間の学習。

「一見うまく展開しているように思えた(子どもたちの)学習活動も、視点をもって分析してみると、自分で考えていないとか、先生が説明しすぎだとか、今まで見えていなかったことが見えるようになった」「自分の学習指導の様子も撮って自身で分析してみたい」「教師になる人全員がやるとよい」「教員になってからでもやるとよい」というのが被験者たちの感想。

分析の積み上げ方	
第1段階	自分流と本方式での分析の比較
第2段階	分析の視点の定着
第3段階	分析視点の活用1 同一内容で異なるグループ
第4段階	分析視点の活用2 異なる内容、異なるグループ 2人の教師の比較

分析対象の学習指導映像

学習指導映像の分析活動の様子



教師が誰に何を指導しているか観察する

学習者一人ひとりの活動を観察する



パソコン

プロジェクタ

マウスで画面上のコントロールを操作し、自由に止めたり巻き戻したりして観察



コントローラ

パソコン画面
この映像をスクリーンに映写

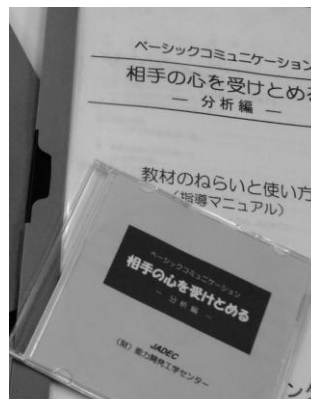
コミュニケーションの学習 1996年～

JADECにおけるコミュニケーション学習の研究の歴史は古い。初めのテーマは「電話のかけ方」。これは試作に終わったが、1970年代には、学習システム設計者養成セミナーにおいて、会話映像を活用したコミュニケーションの行動分析を演習として行うようになった。

それを発展させたものが「事例ビデオ+ワークブック」という形の学習システムである『ベーシック・コミュニケーション—相手の心を受けとめる—』

コミュニケーションは日常の生活行動の中でみかく、というのがJADECの提案。事例はいずれも生活の場や仕事の場で展開されるような日常の会話行動。その失敗例と成功例を比較分析することにより、コミュニケーションをみかくための視点をつくる学習である。会話のやりとりを1往復ずつ区切り、言葉の背後にある話し手の意図や感情を読み取っているか、それを受けとめたことを表現しているか、自分の考えや思いばかりを話していないか、相手の思いを引き出すための問いをしているか、といった視点で分析していくものである。

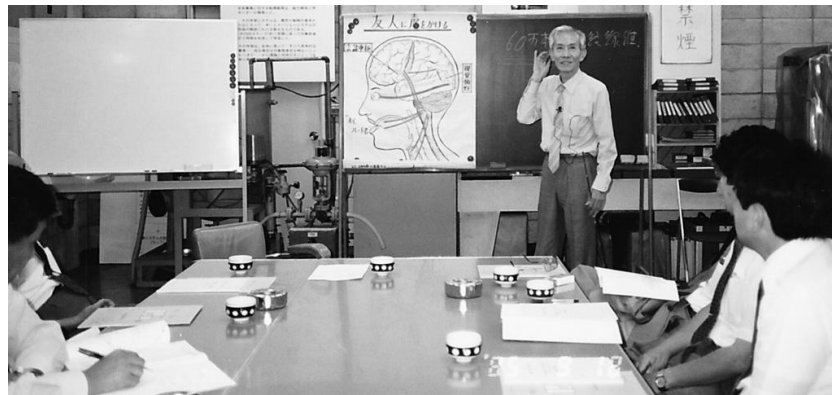
写真右の「仲間とみかく看護のコミュニケーション・センス」は、この研究に共鳴した看護大学の先生方とともに作成した姉妹版。医歯薬出版より2003年に刊行された。



「教師が教える」から「自分で考えつかみとる」学習づくり

—— 体験的・探究的セミナー活動 ——

1965			
1968			
1971			自動車教習指導者のための教育技法講座（四日間）
1981	学習システム設計者養成講座（十日間）	様々な企業・学校・団体に対するカスタマイズ・セミナー	
1991	学習システム設計者養成講座は、年四〜十回（一回十人）開催、約一千人の卒業生を送り出しました。		運転教習指導のための行動分析講座・教習分析講座
2001			
2011			



脳の働き方についての学習



JADEC が開発した様々な学習システムの体験や観察
・ヘアカッティング
・航空管制行動
・電気の学習 など

コーヒープレイクには
様々なテーマで
ディスカッション

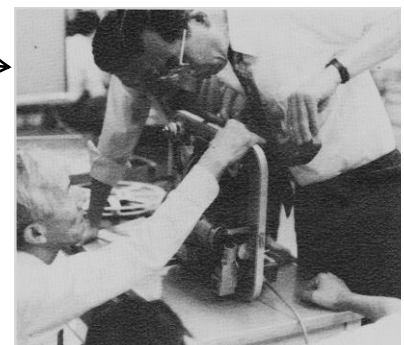


脳科学等についての図書紹介



人間の行動の分析
（機械操作・管理行動、会話行動など）

機械操作をテーマに学習教材設計
（学習プログラムとシミュレータ）



セミナー参加者の感想文から

人の行動をこれほどまでに注視し分析したことは今までにありませんでした。行動を分析することによって、そこに人の特性というか人間性の基本が見出せるように感じました。

この分析を基に設計される学習のプログラムは、人を主体とした教育の場の設計であることが理解できました。
教材・教育システムメーカー T氏

教材作成もさることながら、今一番してみたいことは自分自身の分析だ。ある一定のパターンでしか物事を考えたり見たりすることができないことは、以前から自覚していたが、それに対してどうしてよいのかわからなかった。拒否反応のあるものでも、場の設定の仕方により、楽しみながら自分のものにしていけることがわかったので、何にでも挑戦できると思う。

通信会社 I氏

生活の場こそ学習の場であることを思い、今後は身の回りから反省して、着実に行動していくことができるでしょう。そのための精神的糧を得たことは確かです。

通信会社 S氏

通勤に片道3時間の時間も苦にならず、これほど自らが主体となって行動したことはなかった。

鉄鋼メーカー T氏

今までは、自分が持っている知識をいかに生徒たちに伝え、習得させるか、または教科書をいかにわかりやすく説明して覚えさせるかなどについて、いろいろと考えながらやってきましたが、このセミナーを通じて初めて、今までうまくいかなかったわけがわかりました。

工業専門学校 T氏

現状の教育のあり方に疑問を抱くもの、自信喪失に陥ったものの参加を薦めたい。

鉄鋼メーカー U氏

◆コンピュータ学習の実践記録を見て

学習者の生き生きとした学習風景に驚くと共に、我々がこれからやる仕事も、このような学習の場をつくるのが先決と感じると共に、仕事のやりがいを感じた。

鉄鋼メーカー M氏

◆航空管制行動訓練システムを体験して

自分ができるようになる段階が自覚できること、および絶えず挑戦されているようで、思わず学習に引きずりこまれていった。今後訓練を考える上で参考になった。

石油化学会社 Y氏

◆電気の基礎の学習を体験して

パネルの前に立った時は、これでテキストにあるような(難しい)回路が組めるようになるのかと不安があったが、ワンステップずつ進むにつれて、これならできると次第にテキストに吸い込まれていく思いがした。教育とはこういうことか!

事務機メーカー S氏

このセミナーでは教育の意味をイメージチェンジさせられた。これは、知識注入型の教育ではなく、行動を伴う学習であり、人間を成長させるものであった。

製糖会社 M氏

時間に拘束されることなく自由な雰囲気の中で、体験を通して学習できたことは素晴らしい経験だった。

通信会社 T氏

人類はジグザグ運動をしながらゆっくりと合理的なものに近づいてゆくと私は信じている。このセミナーで受けたような教育が一般化する方向に人類は動くと思うし、それにかけてみたいと思う。

もし、それが逆なら、人類は滅亡期に入ったのだから、あきらめるほかしょうがない。

コンサルタント K氏

一般財団法人 能力開発工学センター

〒352-0032 埼玉県新座市新堀 2-1-7-603 TEL:042-497-8024/FAX:042-497-8044
<http://www.jadec.or.jp/> E-mail: infox@jadec.or.jp