



教育の工学的アプローチを考える

—— 坂元研究室～システム科学専攻 ——



坂元 昂 教授



教育工学ってなんだろう

坂元研究室で扱っている教育工学は、まだ25年の歴史しかない新しい学問で、坂元教授は教育工学の先駆者である。

教育工学は機械工学でメカを扱ったり電気工学でICを扱ったりするような、実際に「もの」を作ってゆく工学とは違って、「もの」でない対象に働きかける工学である。これをソフトテクノロジーという。ソフトテクノロジーの例として、経営組織の仕組みなどを分析してそれを向上させる技術を研究する経営工学、地域住民の要求を満たす社会開発など

について研究する社会工学などがある。教育工学もその延長線上の1つである。

この教育工学には3つの分野がある。1つ目は教育の効率を高めるために、教育に関係するさまざまな要因をうまく組み合わせることである。2つ目は、学習の効率を高めるための技術・方法・教育システムを開発することである。3つ目は、効果的に教えるための技術を、技術学として体系化することである。坂元研究室では、これらの3つの分野についてさまざまな研究を行っている。



学習のプロセスと教育方法

教育工学の観点で、「教える」ことについて考えてみよう。

教えるということは、先生が持っている概念を生徒に伝えるということである。このとき、概念そのものを直接生徒に伝えることはもちろんできないので、教科書や黒板の数式などのようにいったん記号の形にして伝える必要がある。たとえば、先生が電気回路の概念を教えようとするれば、回路図という記号をかいて生徒に伝えようとする。また、物理学では実際には目に見えない力をベクトルで表現して指導する。

ところが、単に記号を伝えただけでは教育は成立しない。たとえば、先生のなかには刷ったプリントを読ませたり、実験を演じて見せたりし

て教えたことにする人がいるが、それだけでは必ずしも生徒が概念を理解したことにはならない。生徒の方で見たり聞いたりしたことがそのままであつたら、教えた真意が伝わらない。生徒のほうからそのプリントなり実験なりから概念を抽出し、再構築しなければ理解したことにはならないのである。

このプロセスは学習に関わる要素の組み合わせと深い関わりがある。たとえば内容を文で表すのか、式で表すのか、それとも図で表すのか、といった記号の形態や、本の形で示すのか、OHPの形にするのか、テレビの番組にするかといったメディアの問題、さらには面と向かい合っ

て直接教えるか、放送や通信を使っ

て遠隔教育を行うか、といったことである。このような条件をうまく組み合わせ、生徒とコミュニケーションをうまくとって、説得力のある話の展開をすると、教育効果は向上することになる。

このとき、本や映像やコンピュータソフトが教育メディアとして用いられるのである。特にCAIと呼ばれるコンピュータを媒介にした教育は、新しい研究分野として発展している。



効率的・効果的な教え方とは何か

坂元研究室では、先生の教え方と生徒の学び方の改善について研究している。

たとえば先生が実際に教えている状況をビデオに撮る。すると、先生は授業中にいろいろな活動を行っていることがわかる。説明、解説、演示などの情報提示の活動や問いかけや発問といった生徒を動かす活動、生徒へ指示を与える命令の活動、生徒の観察や評価の活動、さらに励ましたり答えの成否を示したりして生徒へフィードバックをする活動などである。

そこで、先生と生徒がどんな活動をしながらか授業を行い、聞いているのか分析する。そして、成績のよい生徒の勉強の仕方と悪い生徒の勉強の仕方、成績が上がる時の先生の教え方と上がらない時の先生の教え方の違いがわかると、より効率的な教育方法・学習方法を知ることができる。

この一連の研究の一つとして、大学の先生の授業について、内容が整理されているか、順序よく教えているか、迫力があるか、などのいくつかの項目にわけて学生に評価させたことがある。すると、大学の先生の良い講義は必要事項が盛り込まれていて説明の順番がきちんとしているといった中身のよいものを選択される。ところが、悪い講義は声が小さくて迫力がない、といった教える技術に問題のあるものを選択される。このように、学生にとってよい講義の基準と悪い講義の基準は必ずしも一致していない。このため、内容はよいが声が小さいといったように、教え方に問題のある先生がいることになる。アメリカでは、このようなことを踏まえて、大学の先生を対象とした、教え方の訓練センターがある。また、坂元研究室では、小学校から大学までの先生について、教え方の評価を同じような方法で行って

いる。

これを進めると、放送教育におけるよい教え方についての研究ができる。どのような番組を作るのが効率的かを調べるため、同じ内容で異なった番組をいくつか作る。教室を生中継した場合や、いくつかのアンクルで教室を撮った場合、スタジオで先生が話す場合、ドキュメンタリーの場合、現場での中継の場合などである。できた番組を学生に見せて、スイッチを押させて評価させる。この評価をリアルタイムにビデオ画面に書き込んでやると、どこがおもしろいか、わかりやすいかを一目で知ることができる。

さらには、教え方について、どこがよいか悪いかを評価するだけでなく、どう直したらよいかを出せるような評価項目を作ったり、大学生の勉強の仕方についてどう直したらよいかを調査することも行っている。



学生の学習法とやる気を分析する

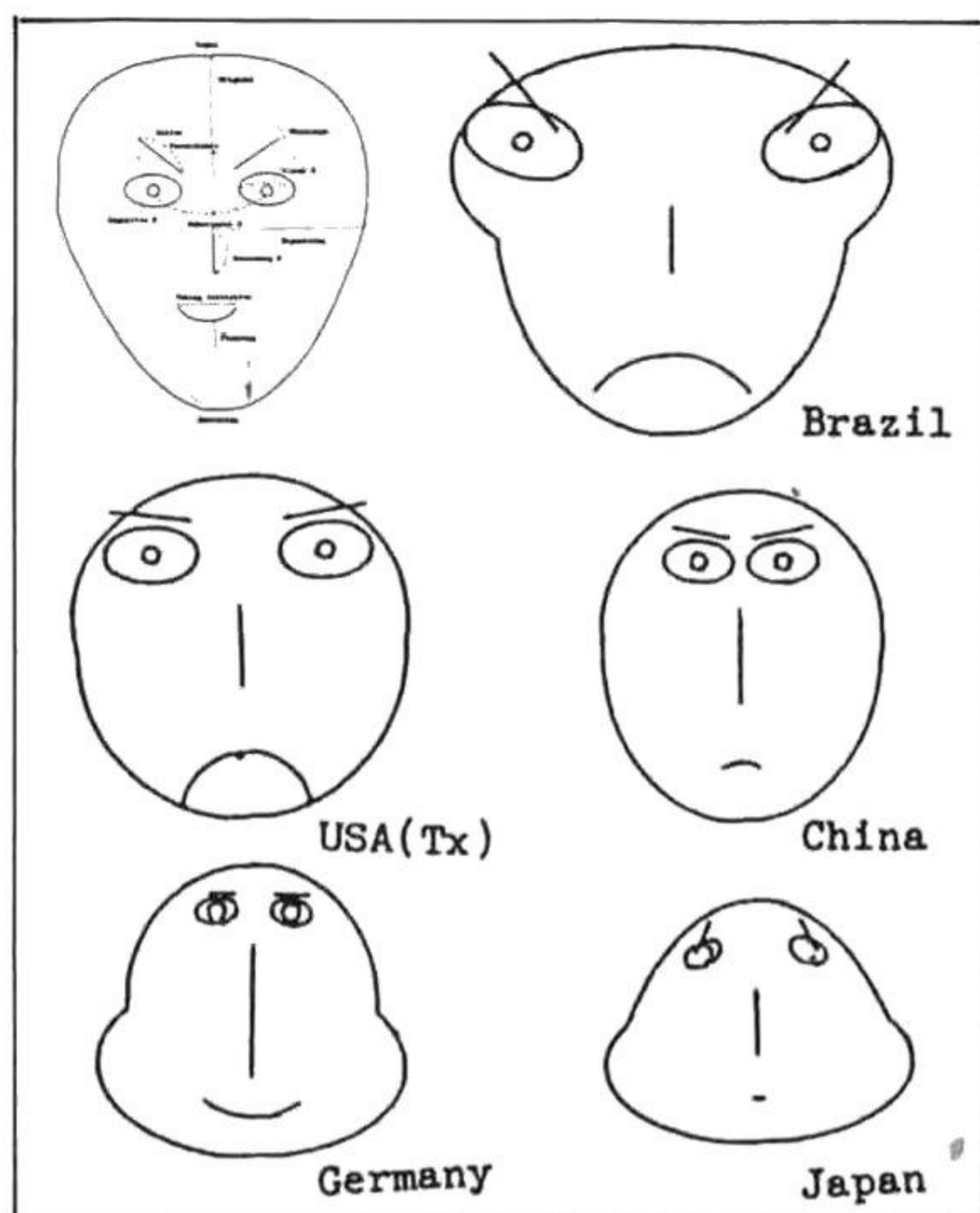
また、学び方の改善としては、学習技能や学習意欲の研究がある。大学生にどうやって勉強したかを聞くと、いろいろな「勉強のコツ」が集まる。それをうまく整理して、学生にその項目を自己評価させる。成績のよい学生がやっている勉強のコツと成績の悪い学生がやっているものの差が重要なコツであることがわかる。

それを取り出しきて因子分析を行うと、本を読みながら要約する、現実の場面と対応させるなどの頭で学ぶ「認知」、数式を書く、英語の綴りを書くなどの、手で書いて学ぶ「作業」、図にかく、文章に赤線を引くなどの目で学ぶ「視覚」、辞書を引くなどの行動で学ぶ「調査」といった、4つの学習技能に大別できる。

さらに、創造性が高いと評価され

	非常に当たっている	やや当たっている	どちらとも言えない	あまり当たっていない	全く当たっていない
明るい	5	4	3	2	1
熟考型	5	4	3	2	1
予見力のある	5	4	3	2	1
人に親しまれる	5	4	3	2	1
学校成績が抜群	5	4	3	2	1
自立的な	5	4	3	2	1
話好きな	5	4	3	2	1
内向的な	5	4	3	2	1

「勉強のコツ」の一例



大学生の学習技能の国際比較
左上が見本、右下が日本のデータ

る人の行動よりその特徴を分析すると、新しいものを思いつく「独創」、論理をしっかりと組み上げてゆく「論理」、物事をなすとげる「実行」、組織をまとめ上げる「組織」の4つの因子が分類できる。

同じような方法を使って、やる気のある人の行動よりその特徴を分析すると、「率先」「挑戦」「計画」「追求」といった学習意欲についての4因子が出てくる。

図はこれらの12因子を各国の大学

生について計算し、データを顔の形と表情にまとめたものである。これを見ると、日本の大学生のやる気は世界最低であることがわかる。もっとも、日本の大学生が自分を過小評価していることも考えられる。実際にやる気がないのか、やる気がないと思っているのかはこのデータだけでは結論づけられない。日本の高校生を調べてみれば受験勉強のためにやる気があるので、どちらなのかわかるであろうと考えられている。



坂元研究室とテレビ番組

NHKに、「おかあさんと一緒」という幼児向け教育番組がある。これは、2歳の子供に対する放送教育として、坂元研究室はその開発に参加している。

事前に2歳の子供にテレビについて調査したところ、平均2時間半ほど見ていることがわかった。教育に役立つよいものを見せるほうがよいから、まず幼児の行動を観察し、教育目標をたてる。それをテレビディレクターに見せて、番組を作ってもらう。できた番組を評価するため、幼児の前に2台のテレビを置き、一方では作った番組を、他方ではアニメーションを放送する。幼児がどちらに関心をもって見ているかを記録

して、できのよくないところを直してから全国ネットで放映する。

内容には、生活習慣の教育のための「パジャマでおじゃま」、子供むけヨガの「ハイ・ポーズ」のほか、特徴あるキャラクターのでてくるアニメーション「こんなこいるかな」がある。これは何でもいやがる「やだもん」をはじめとして6人の子供が出演する。NHKで放映するには余りふさわしくない内容ととられることもあるが、目的は人にはそれぞれ個性があることを教え、国際化の基礎としての個人差を認めさせることにある。このような番組構成はかなり高い評価を受けている。



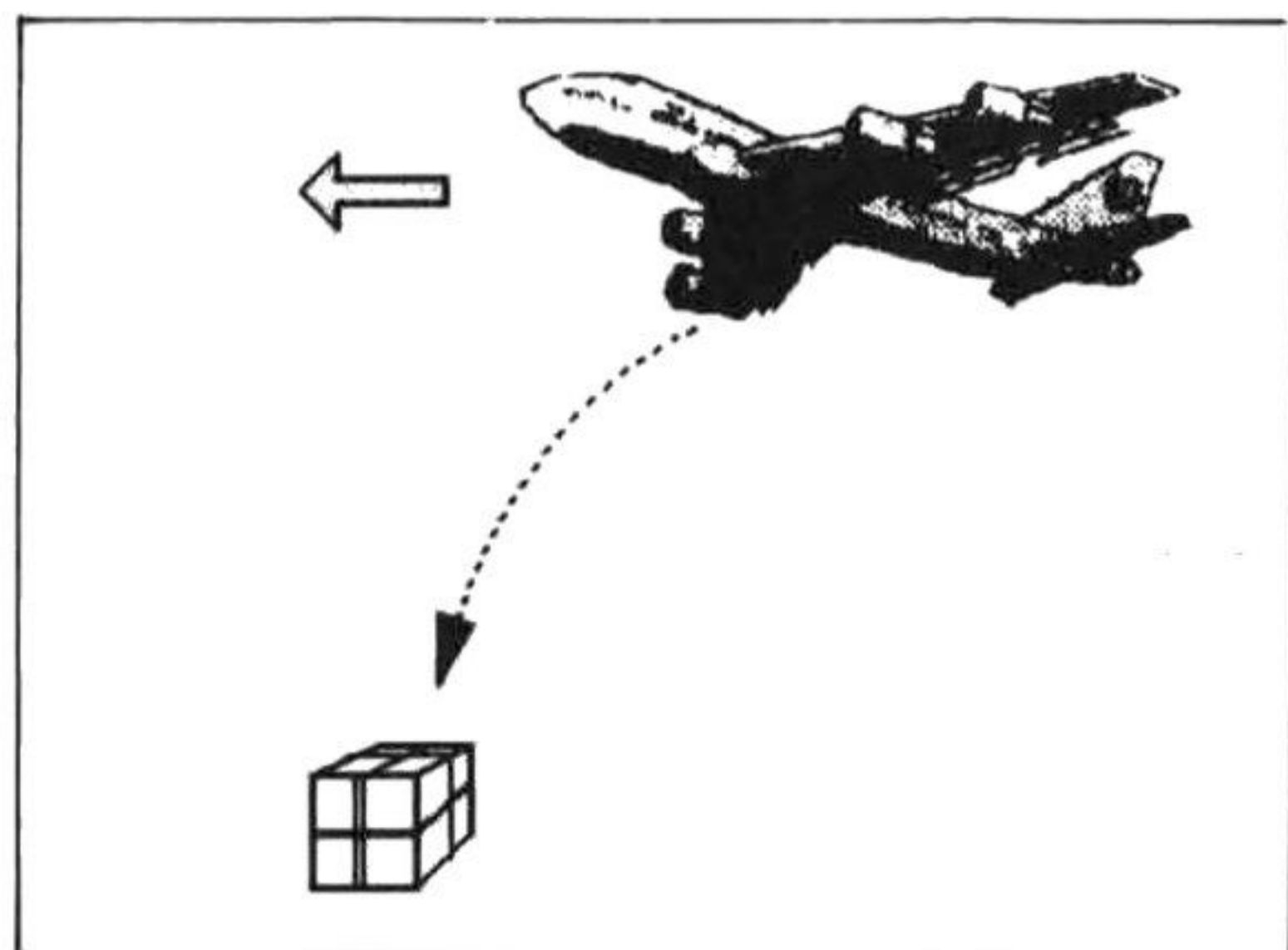
学習過程での間違いの訂正

生徒が学習する過程では、必ずいくつかの間違いをする。この間違いを直さなければ、学習は成功したとはいえない。そこで、なぜ間違えたかを理解して、適切な説明をして直してやる必要がある。一例として、飛行機からものを自由落下させる時の運動について考えてみよう。

飛んでいる飛行機からものを自由落下させると、現実には外からみれ

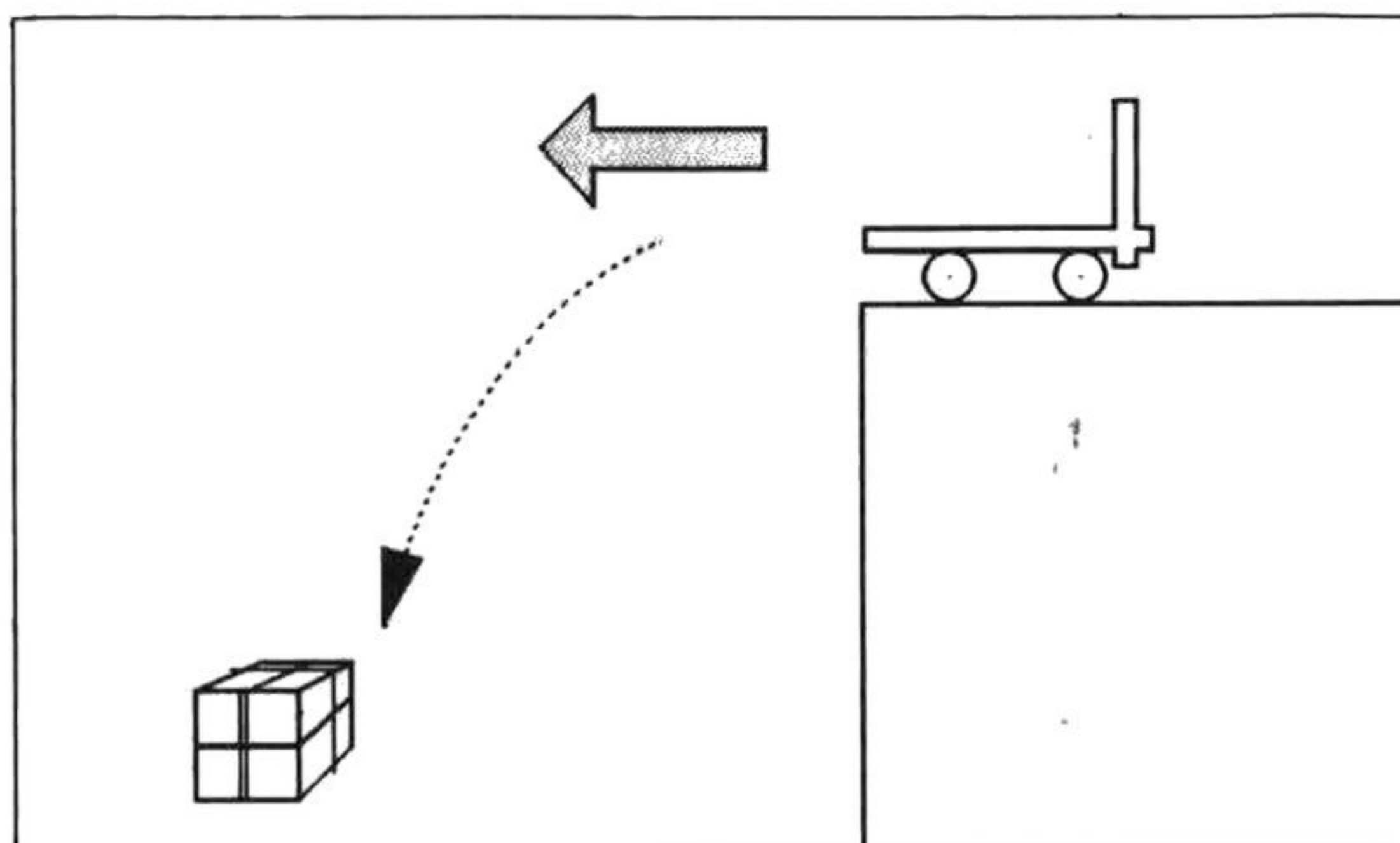
ば慣性の法則にしたがって前に流れる。ところが、「後ろのほうへ流れる」と間違えて答える人は少なくない。しかし、この人たちは必ずしも慣性の法則を知らないわけではない。

実際、物理的には同じ内容でも、「前に進んでいるものが崖から落ちたときはどうなるか」といった質問をすると、ほとんどの人は「前に流れる」と答える。すなわち、慣性の法



「飛行機からの自由落下」

則を全く理解していないのではなく、「飛行機から落とす」といった物理的な本質からみるとよけいな情報によって誤解が生じていることがわかる。だから、このような情報に惑わされないようにさせれば、間違いは防げるのである。



「崖からの自由落下」
前ページ左下の図と
物理的には同じ内容
である。



他にも行われる多彩な研究

坂元研究室では、このほかにもさまざまな研究が行われている。

たとえば、坂元研究室で開発された授業の設計方法に COMET 法というものがある。これは子供 (Child) の特徴、学習の目標 (Object)、教育の方法 (Method)、教師 (Teacher) の働きの 4 点を組み合わせてよりよい授業を作り上げる方法である。これによって、かなり手の込んだ詳しい学習指導案を作ることができ、授業を自信を持って進めることができる。もっとも、現実の授業に使用するには設計に時間がかかるため、研究授業や C A I に使われている。

また、坂元研究室は J M A (日本能

率協会) の寄付講座で創造性開発に関する講座を持っている。ここでは、小学校から高等学校までの、発明工夫展に入選した創造性の高い子供について、どんな家庭環境か、どういった教育を受けてきたか、などについて調査研究している。

また、賞をもらった企業の研究開発の開発者、人材の育成機関、研究の管理者それぞれについて調査を現在行っていて、来年あたりには成果が発表できるそうである。

さらに、大学の先生の研究開発についても、創造性の調査をしている客員教授がおられる。

坂元教授は、東大の文学部心理学科の出身の文学博士である。東工大には珍しい文科系の先生の研究室であることから、研究室には理系の人ばかりではなく、文系の人も多く所属している。

また、文部省の客員教授、海外からの客員教授、内地留学の現場教師といった多彩な顔ぶれがそろっているために、認知心理学、システム工学、情報科学といったさまざまな研究がされている。そのため坂元研究室では、手書き入力装置による幾何学図形の入力、自然言語処理による

幾何問題の図の作成、コンピュータ教育プログラムの評価法開発など教育に関する広い範囲の研究を各々がかなり自由に行うことができるのが大きな特徴である。

最後に、年末のご多忙なときの取材にも関わらず、親切丁寧に応じてくださった坂元教授に心からお礼を申し上げます。

(黒田)