

特別寄稿 大きな研究，面白い研究*

Think Big Think Fun Research

金出 武雄

Takeo KANADE

私は、アメリカのカーネギーメロン大学（CMU）のコンピュータ学科とロボット研究所において、人工知能のカメラの目を持つさまざまなロボットやシステムの開発をしてきた。

アメリカ大陸を自動運転して横断した車，火星探査や火口探査のためのロボット，自分で判断して飛ぶヘリコプタ，固定カメラや飛行機からのカメラ追跡で広域を自動監視するシステム，現実のできごとを三次元の時系列データとして仮想化する部屋，スーパーボウルで使われたプレーの周りをぐるっと回って見せる新しいビデオ再生システムなどである。

これらの研究を見て、「あなたの研究は大きく面白い。仕事というより，まるで楽しみでやっているようだ」という人がいる。

1. アメリカの研究現場には，遊び心がある

アメリカの研究現場，特に大学に過去20年以上いて感じることは，日本と比較して，自由闊達，研究に遊び心があるということだ。

アメリカの大学の研究者は自分の研究のための資金は競争的に得る仕組みになっている。研究資金の配分を業務とする機関が研究資金募集要項を出し，それに対して，われわれは研究のアイデアとその遂行に必要な額を書いた提案書を出して応募する。採択されたものに対して研究資金が与えられる。

そういう機関のうち，技術開発のために最も多くの資金を大学や企業に供給しているのは国防総省のDARPA（先進研究プロジェクト機関）と呼ばれる機関である。そのDARPAは何年か前に、「現在分かっていない方法でしか達成できないプロジェクトの提案を募る」というちょっと変な募集要項を出したことがある。

提案はまず，現在分かっている方法ではできないということを議論したうえで，自分の新しい方法なら何とかなる「かも知れぬ」ということを書いてこいという。

ある人が，数学的にはできることが分かっているのはどうかと質問したら，「数学は現在分かっている方

法だからその提案は受け付けられない」という返事が返ってきたという，嘘のような話までもついていた。

国防総省の機関がこれである。しかも，中途半端な金ではない。一件あたり，何億円という単位である。

それ程でなくとも，私の大学，カーネギーメロン大学では「ワイルド・アイデア・ファンド」への研究募集というのが毎年ある。ワイルド・アイデアというのは，変わった，時にはめっちゃくちゃなアイデアということだろうか。そういうアイデアに大学が研究資金を与えようというわけである。

アメリカ社会には，そういう茶目っ気があり，スケールの大きい面白いこと，時には荒唐無稽とまで思われることを考えて，本気になってやっていこうとするところがある。

2. 三次元カントリー，ほこりセンサ，ひつつき虫

全米で一年のうちで最も多くの人々がテレビを見るのは，1月のアメリカンフットボールのチャンピオン試合，スーパーボウルの放送である。私は，2001年1月のスーパーボウルの放送で使われた，「アイ・ビジョン」と名づけられた三次元ビジョンシステムを開発した。フットボール場に30台以上の多数のロボットカメラを配置して，まるで，映画「マトリックス」のクライマックスシーンのように，絶好プレーをその周りをぐるっと回って再生してみせることのできるシステムである。

2001年9月11日のテロ事件以来，アメリカでは保安や監視システムへの興味が高まった。

そんな三次元スタジアムができるのならというわけで，私に聞く人がいる。

「アフガニスタンの国全体に，超小型カメラを取り付けた風船を何万と飛ばして，カメラで覆ってしまえば，山岳地帯の三次元の映像はまるでそこにいるかのごとく，自由自在，ピン・ラーデンの居所は一発で分かる」

という三次元カントリーはできないかというのだ。

ほこりのような超小粒のマイクロホンを何十万，何

* 2003年4月3日 原稿受理

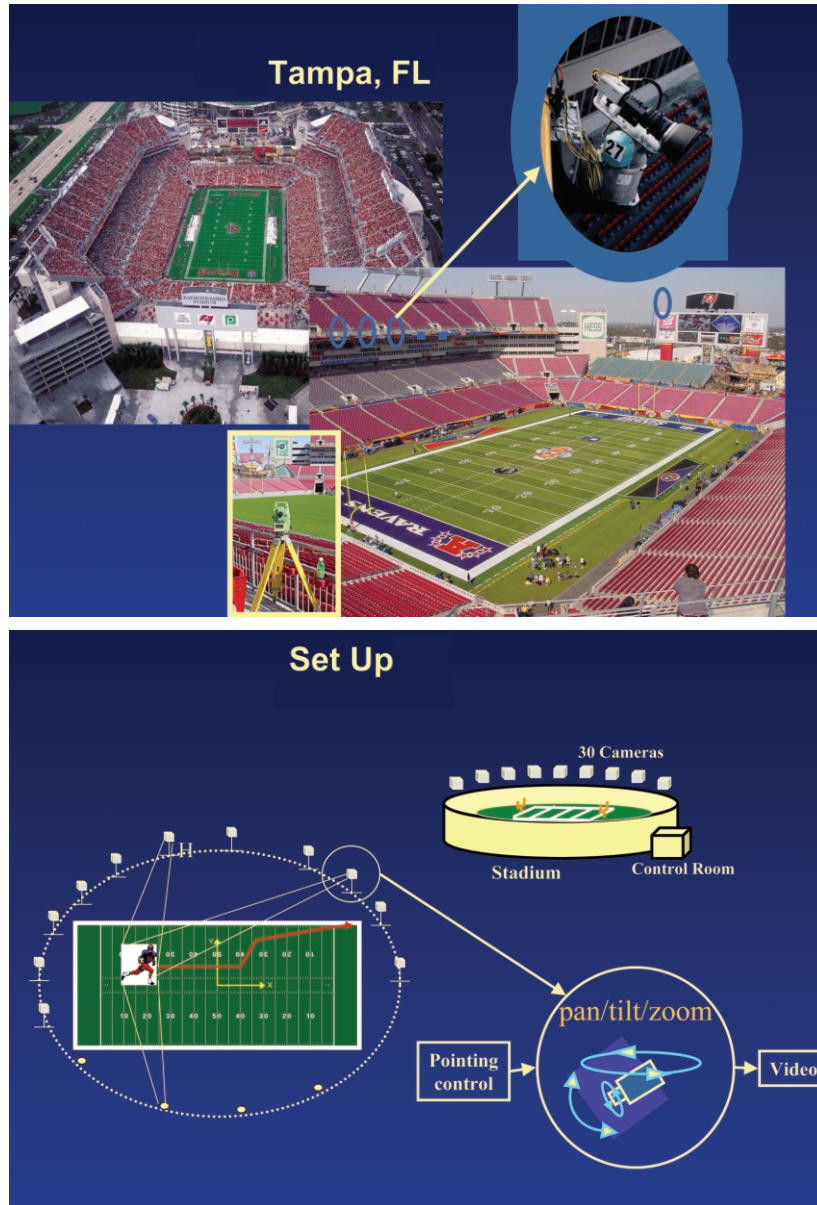


図1 「アイ・ビジョン」設置状況

百万個ばらまいて、人間の足音や車のエンジン音を聞きつけばいいという人もいる。そして、その聞いた情報はどうして集めるか。ばらまいたセンサを掃除機で吸い取るわけにはいかない。ほこりに小さな小さな鏡をつけておく。飛行機を飛ばし、空からレーザー光を照射する。それに対し、ほこりの方はおのおのが丁度西部劇のインディアンがするように鏡の方向を変化させてピカピカと応答し、情報の0と1のつながりとして送る。これをほこりセンサという。

さらには、人を認識するのにカメラだけでは変装されると困る。ひっつき虫のようなロボットをばらまいて、とついた人の血液のDNAを調べるなどという

怪しげなアイデアも言われている。

そして、こんなアイデアに資金を出して研究させようという人もまたいるのが、アメリカである。

こういう話を馬鹿げていると思う人は真面目な人である。真面目な人の話は失敗しないように一つ一つのステップを積みあげていく。しかし、アイデアを生んだり、新しい技術を開発するためには、極端に言うと荒唐無稽というか、つまり思考が飛躍する必要がある。そのためには、現状から始めて一つ一つのロジックがびたっびたっとながって結論を生む思考法では飛躍はむずかしい。結論からひとまずさきにつけていく、つまり、希望から話をはじめめる必要がある。

3. 単純に考える

成功する考えはきわめて単純明解なものが多い。アメリカの著名な学者は、世の中にごく普通に存在する問題を取り上げて研究の話を始める。

「こんなことができたらおもしろいと思いませんか」、
「こんなことが不便だと思ったことはありませんか」、
「人はどうしてこんなことができるのでしょうかね」と。

カーネギーメロン大学の重鎮だったH・サイモン教授は、経済学ではノーベル賞、心理学では日本の文化勲章に当たる大統領メダル、計算機科学では最高のチューリング賞をもらい、現代のルネサンス人とよばれた人であった。彼はハノイの塔と呼ばれるパズルを使って、人の問題解決機能はどんな仕組みだろうかということ、とうとうと議論し続けるのが常だった。

難しい話や重要な発明もその発想を聞いてみると「なーんだ、そのくらいなら自分でも考えたのに」と思うことがよくある。

実際、コンピュータ科学や技術での基本的な考えはきわめて単純で、時には素人的と思われるものである。現在のインターネットの基となった1960年代の最初のコンピュータネットワークのプロジェクトを始めたのはB・カーンという人である。国防総省のDARPAのプログラムマネージャであった彼の発想は

「コンピュータがつながっていれば、軍事的にはソ連の攻撃で一箇所のコンピュータが破壊されても大丈夫だし、経済的にはアメリカの西海岸と東海岸では3時間の時差があるから、計算の仕事を分散させるメリットがある」

という、なんだか浮世ばなれしたものであった。

4. 素人発想， 玄人実行

発想は、単純、素直、自由、簡単でなければならぬといった。そんな、素直で自由な発想を邪魔するものの一番は何か。それはなまじっかな知識 知っていると思う心 である。

知識があると思うと、物知り顔に「いや、それは難しい」「そんな風には考えないものだ」と言う。実際、専門家というのは「こういう時にはこうすればうまくいくはずだ」というパターンを習得した人である。その分野を知っているだけに発想を生む視野が狭くなってしまふ。

もともと発想は「こうあってほしい」「こんなぐあ

いになっているのではないか」という希望や想像から生まれる。希望や想像は知らなくてもできる。とらわれがないとかえって斬新な発想を生み出す可能性がある。「できるのだ」という積極的態度につながる。

しかし、発想を実行に移すのは知識が要る、習熟された技が要る。考えがよくても、下手に作ったものはうまくは動かない。やはり、餅は餅屋なのだ。

コンピュータの進歩を見てもしかりである。コンピュータは最初、大型で高価、特別な安定化電源を必要とし、完璧な空調のきいたコンピュータルームに鎮座する存在であった。次に現れたミニコンピュータは、電源を壁のコンセントからとり、普通の部屋に置かれ、おもちゃのような磁気テープ装置を持っていた。大型コンピュータを見慣れた者にはなんだか危なっかしいものに見えた。そんなミニコンピュータを考え付いて、コンピュータを科学計算をする機械から、システムを制御する機械にとその応用を飛躍的に広げたのは、IBMでもユニシスでもない、DECという新参の会社であった。

さらに、次に現れたのは、日常情報処理のために一人一台、机ごとにおくパーソナルコンピュータであった。高価なコンピュータをTSSという時分割で共有するという当時の考えからは極めて「もったいない」考え方であった。そんなIT革命のもととなるパーソナルコンピュータを考えついたのは、コンピュータの会社でもない事務機のゼロックス社のパロアルト研究所であった。しかし、DECも、ゼロックスも超一流の技術会社であったことは言うまでもない。だから、アイデアをものにできたのだ。

私はこの現象は、研究開発においてその秘訣を突いていると確信し、「素人発想， 玄人実行」という標語にまとめ、学生や仲間にとっており、最近その考えをまとめた拙著をまとめつつある。

ここで、誤解してほしくないのは、一つのことをするのに素人と専門家の両方を入れたチームでやれ、と言っているのではない。そういうプロジェクトのやり方もありうるが、あくまで、自分がこの両方を合わせ持ち、「考える時は素人として自由素直に、実行する時には玄人として細心緻密に」と使い分けようというわけである。

5. 未来をつかみそこねた？

このとき意外と難しいのは、専門家としての知識、

つまり玄人としての成功体験を疑うことである。既存の方法でうまくいったという成功体験が、発想の貧困を招くことがある。

「成功から学ぶ」とか「失敗から学ぶ」ことは誰もが考えるが、実は「成功を疑う」のが一番難しい。

それまでの成功を疑わなかったために、新たな成功をつかみそこねた絶好の例がある。

一人一台のパーソナルコンピュータという概念と技術を発明・開発したのはゼロックス社であると言った。カルフォルニア州パロアルトにあったゼロックスの研究所では、1973年ごろに設計開発を始め、1970代の半ばまでにはすでに、アルト(Alto)と呼ばれたパーソナルコンピュータを完成させていたのである。アルトはその後出てきて、パソコン時代を作り出したマッキントッシュの機能とアイコンなどの概念を完全に含む、はるかに進んだシステムであった(と言うより、マッキントッシュがアルトをまねたと言う歴史家が多い)。

しかるに、IBM、アップル、マイクロソフト、ソニー、東芝といったパソコン産業において、ゼロックス社の名はまったく現れない。なぜか？ゼロックス社はアルトの発明を見逃した、と言うよりまったく無視したのである。

コピー機のリースによってコピー一枚ごとに手数料を取るといったビジネスの大成功によって莫大な利益を上げていたゼロックス社は、アルトの意味するパーソナルコンピュータという新しいビジネスのリスクに賭けることを嫌ったのである。

さらに、そのコピー機のビジネスモデルではユーザが速く大量にコピーして、コピー枚数が上がれば上がるほど収入が上がる。だから当然、大型高速コピー機を重視した。その結果、少量・手軽・その場でコピーという、すべてのオフィスにある潜在的な要求を見逃し、リコーやキヤノンといった日本企業の小型機に急速にとって代わられるというおまけまでついていた。

きわめて厳密に管理された会計モデルで運営され、ビジネスに大成功していたゼロックス社にとって、いやそれだからこそ余計に、成功を疑うのは難しかったのである。

このあたりの経緯はD・スミスとR・アレキサンダー著「Fumbling The Future(未来をつかみそこねる)」という本に詳しく分析されている。その中には、ゼロックス社が1979年に放送していたというテレビコマーシャルの話がある。

それは、ビルという主人公が朝、パーソナルコンピュータに向かって、「おはよう、きょうのメールはどんなのがあるかね」と話しかけるという、今でも使えそうな場面のテレビコマーシャルだったという。歴史の皮肉を絵に書いたような話ではないか。「ビル」というのは、ゼロックス社がなりそこね、かわりにパーソナルコンピュータの雄となったマイクロソフト社の総帥で世界一の大金持ちゲイツ氏のファーストネームである。

6. 研究のシナリオ

映画や芝居でも、それをつくるためには、場面の順序、簡単な描写、登場人物のせりふや動作などを書き入れた、公演時の視覚的なイメージも含むシナリオがなければならない。

われわれの研究開発の場合にも、こういうことができるのではないかとまず考える。しかし、難しそうなところもある。そこで、こういう新しい考えや道具を入れれば、いままでの経験からすると実現できるのではないかと、そしてそれがこう応用されるという研究の完成イメージを描く。つまり、研究開発の成功は「これがこうしてこうなって」というイメージとそれへの筋道、研究開発シナリオを書く力にかかっているのである。

映画やテレビなど今日の視覚メディアは次のような共通した側面を持っている。ある現実のシーンを映像化したり、そのシーンを見せようとする時に、そのシーンの見え方を決定しているのは、送り手であるディレクターただ一人である。見る側は参加することはもちろん選択することもできない。

しかし、三次元画像処理技術とコンピュータグラフィックス技術を結合させることによって、このような制限を取り除くことができる。実は、私は「バーチャライズド・リアリティ(仮想化された現実)」と呼ばれる「アイ・ビジョン」よりもっと多くのカメラを使う新しい技術を「アイ・ビジョン」のずっと前から研究してきた。

仮想化スタジオはすでにカーネギーメロン大学にある。教室ほどの広さの部屋には四方の壁と天井に計50台以上のビデオカメラが部屋の中を半球状に取り囲むように設置されている。ちょうど、トンボの複眼の中にいるような感じだ。部屋の中でたとえばダンスパーティーが行われているとしよう。50のアンクルから撮影された映像は、コンピュータにより各瞬間の三次元

の情報に変換処理される。こうして、部屋の中で起きていることの立体的三次元モデルの流れとしてコンピュータ内に取り入れられる。私はこれを四次元デジタル化、仮想化と名づけた。よく言うバーチャルリアリティは「仮想の現実」であるが、仮想化現実とは「現実そのもの」なのだ。現実には起きていることを仮想化したのである。

仮想化現実というシステムを私が、考え始めたのは1992年頃である。1993年には6台のカメラを使ったステレオシステムを、1994年には50台のカメラを使った直径3メートルほどの三次元ドームと呼んだ最初のシステムを作りはじめた。カメラは安くなり始めていたが、それでもまだ結構高価で、「そんなにたくさんのカメラを使うのは現実的でない。カナダのような研究費をたくさん使える人だけにしかできないやり方だ。それにそんなにデータを取れば処理が追いつかないだろう」と批判された。

私はビデオカメラはすぐに、小さく、安く、いくらでも使えるようになって考えていた。また、より多くの画像をとることで逆に問題がやさしくなると考えていた。

ただ、その頃はまだ、コンピュータへの画像デジタル入力は容量的、速度的に今ほど簡単・廉価にできなかったから、50台ともなるとさすがに大変で、仕方がないので50台のVTRを買ってきた。アナログ録画してから、あとでひとつずつデジタル化した。講演をする時、「50台のVTRを買ってきて、…」と言うと、会場がクスクスと笑う。なぜかとアメリカ人に尋ねたら、「そこまでするのはなんとなく、Lunatic（気が変）という感じだから」といわれた。なるほどと、以来、50台のVTRの話は私の講演の中のパンチラインの一つになっている。

今となってみると、たくさんのカメラを使うことなどなんでもない。カメラはめっぽう安い。いろいろなところでたくさんのカメラを使った応用が盛んとなってきた。スタンフォード大学などでは200台のカメラを使ったシステムなども開発されつつある。

こういう動きに先鞭をつけたと、誇りに思っているこのごろである。

結局のところ、私の他の研究も含め、人が「大きく面白い」といってくれる研究は、発想は自由に楽しく考え、実行、技術的には最高を目指すというところからきているのではないかと考えている。



< 著 者 >



金出 武雄
(かなで たけお)
カーネギーメロン大学
ワイタカー記念全学教授

1973年京都大学大学院博士課程修了、同年京都大学情報工学科助手、1976年同助教授、1980年米国ペンシルバニア州ピッツバーグカーネギーメロン大学へ移る、1982年テニユア付準教授、1985年正教授、1993年U. A. and Helen Whitaker記念教授職、1992年～2001年ロボット研究所所長。2001年からは、産業技術総合研究所でデジタルヒューマンラボを興し、所長を兼務。コンピュータビジョン、ロボット、自律走行車、マル

チメディア等の研究に従事。米国工学アカデミー外国特別会員、IEEE、ACM (Association for Computing Machinery)、AAAI (American Association for Artificial Intelligence) フェロー。C & C 賞、エンゲルバーガー賞、JARA賞、Marr賞、他。