

## 線形モデルの終焉について

西村 吉雄 (株式会社日経BP 編集委員)

西村です。少し歴史的な話を、山口さんとの役割分担でしょうかなと思っています。

リニア・モデルそのものは、「研究 開発 生産 販売」というふうに一方の、主として時間順序で流れるというモデルで一世を風靡しました。

図だけで見ている限りは、研究 開発 生産 販売を担う主体が別々であっても論理的には構わないんですけども、歴史的にはこの全部が一つの企業の中で行なわれるという形で進行しました。つまり、リニア・モデルが形成されるというときと、中央研究所モデルが形成されるというときは、歴史的には同じときに行なわれたということです。

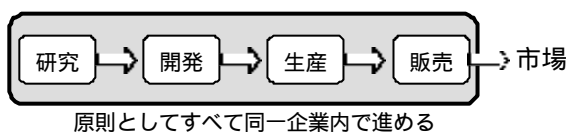
ですから歴史的には(論理的には必ずしもそうではないんですが)、リニア・モデルの終焉は、同時に中央研究所モデルの終焉を意味します。

実はリニア・モデルの背景に、西洋社会に非常に根強い科学優位主義があると私は思っています。研究 開発 生産 販売という流れの中で、左ほど偉い、上流ほど偉いという価値観がひそんでいる。基礎研究、応用研究という区別をしたときも、基礎のほうが偉いんだ、あるいは開発よりも研究のほうが偉いんだ、という考え方が、特に西側社会では伝統的に根強く進行してきたと思います。

英語の辞書を引くと、技術は科学の応用だと書いてあります。私はとんでもないと思っています。技術全部についていえば、科学の応用でない技術は、殆んど人類の歴史とともに山ほどあります。技術のない人間社会というのは考えることはできません。が、近代によって定義された科学のない社会というのはいくらでもあり得ます。科学の応用である技術は、歴史的には近代のある時期に、ある特定分野



### 研究開発におけるリニア・モデル



### リニア・モデルの背景に 科学優位主義

- 一方の流: 研究 開発 生産 販売  
において、「上流ほど偉い」という価値観がひそむ
- 基礎研究 / 応用研究の区別はリニア・モデルの反映  
- 「基礎研究 応用研究」= 「研究 開発」
- 科学を技術より優位におく考え方が反映  
- 技術は科学の応用: 科学 技術 = 「研究 開発」

において、例外的に成立したんだ、というのが私の基本的な考えです。科学の応用としての技術は、生駒さんがお書きになっているように、幾つか技術を分類したうちの、その特定のところだけに当てはまり、山口さんがおっしゃったように、20世紀には少なくとも有効に機能した分野と時代があった。ですから、これは人類普遍のモデルではあり得ないと私自身は思っています。

もう一つ、これは現実の問題として、皆さんもたくさんご経験があると思うんですが、研究費を請求するときの説明原理として、極めて好都合だったと、かなり悪意を込めて私は思っています。

ほんとうは研究だけしたい研究者が、産業だの経済だのにちっとも興味がないくせに、「基礎 応用,あるいは研究 開発 生産 販売,としてやがて金儲けの種になるんだ」、あるいは「科学 技術 産業という、この矢印の方向で産業を発展させるためには、科学をちゃんとしなきゃいけないんだ」ということを、その研究予算の請求書の冒頭に書くわけですね。とにかく基礎研究をしたい人が予算を獲得するのに非常に好都合だった。リニア・モデルは終わったと20年前から言われながら、なお生き延びている大きな理由が、これであると私は思っています。

たぶん19世紀の西ヨーロッパで科学研究のスポンサーが教会や王侯貴族ではなくなって、市民が払う学費や税金に替わり、アカウンタビリティーが必要になったとき、リニア・モデルあるいは Science-based industry という考え方が非常に好都合だったので、今なお生き延びているんだと思うんです。それで、今でも何かの予算請求のときには、会社の中の研究所でも大学の先生でも、ほんとうは自分自身も信じていないのに、自分の研究はこの先ずっと行くと金儲けの役に立ちますよと大抵書くわけです。これこそが、リニア・モデルが生き延びてきたかなり大きな理由だと私は思っています。

実は、西ヨーロッパ世界というのはごく最近まで科学と技術経済は全く無関係だったわけです。それは今、山口さんがおっしゃったとおりですね。

これはギリシャにさかのぼるんだそうで、ギリシャが、知識（知識というのは科学と殆んど同じと考えていいと思いますが）を技術と分離して、技術のほうが下なんだと置いたのです。市川淳信先生の言い方によ

## 研究費請求原理としての リニア・モデル

- 科学研究への研究費請求原理としてリニア・モデルは非常に好都合(基礎 応用; 研究 開発 生産 販売; 科学 技術 産業)
- 科学研究のスポンサーが教会・王侯貴族から市民(原資は学費や税金)に変わったとき、科学研究はその存在意義の説明義務(アカウンタビリティ)を市民に対して負うようになった

## 西洋の伝統では最近まで 科学と技術・経済は無関係

- 古代ギリシャ世界は、知識と技術を分離し、技術を知識の下位においた[村上陽一郎,『技術とは何か』,日本放送出版協会,1986年](西洋世界の伝統では、知識(知) = 科学)
- 知識と技術の上下関係は、ポリスとオイコスの上下関係[加藤典洋,『日本の無思想』,平凡社,1999年]と対応している可能性が高い
  - オイコス: エコノミーやエコロジーの語源。「家」が原義
  - テクネー: 「家を建てる業」が原義

れば、ギリシャでは、技術とは奴隷の仕事だった。実際ポリスとオイコスという上下関係が古代ギリシャにはあったんだそうで、ポリスのほうはポリティックスの語源、オイコスのほうはエコノミーとかエコロジの語源だそうで家という意味だそうです。技術の語源のテクネーという言葉は、家を建てる技というようなことらしいです。

オイコスから成人男子だけがポリスに出て行って、ポリティックス（政治）だの科学だのを議論する。それに対して、エコノミーやエコロジはオイコス - 家 - のほうであって、そこには女子供と奴隷がいる。技術はこのオイコスの側の仕事であり、科学のほうはいわば哲学者の、ポリスの側の仕事で、哲学者の指示のもとに奴隷がやるのが技術の仕事だった。ところが近代になって哲学者がいなくなったために、奴隷の側の技術がはびこり出したというのが現状だ。そんなことを市川淳信先生がおっしゃっていました。

ですから、西ヨーロッパ社会の伝統でいえば、科学と技術は無関係だし、それから技術のほうを下に置く。これは意味もあることらしくて、要するに技術の暴走というのは危ないということをギリシャ人は知っていたんだということ。これは村上先生も別のところで書いていらっしゃるんですが、いずれにしてもそういう伝統があったわけですね。

だから、工学部というのはヨーロッパの大学にはないのが伝統で、私が留学していたころのフランスにも全くなかったですし、当時の2,30年前まではヨーロッパの大学に工学部というのは全くなくて、東京帝国大学工学部は総合大学の中の工学部としては世界で最初の存在だそうです。19世紀末の段階で、学士号を持った技術者が会社だの役所だので仕事をしているというのは、ヨーロッパ人から見れば極めてきてれつな光景だったらしい。

それが（これはむしろ次回の産学連携の問題ですが）、1980年前後に大学の役割が歴史的に大きく変わるということがあったと思います。これは次回のほうにむしろ回したほうがいいかもしれません。

それで、企業にとって何で研究開発するのかということ、シムペーターに戻って考え直してみました。

もともと定常状態になってしまうと経

## 東京帝国大学工学部は 総合大学内の工学部として世界初

- 工学寮（創立1868年、工部省所管） 工部大学校（1877年、同） 東京帝国大学工科大学（1886年、文部省所管）  
これは総合大学（university）内の工学部としては世界初
- 19世紀末の日本では学士号を持った技術者が仕事していた。これは当時の欧米ではおおよそ考えられず、ほとんど世界でただ一つ、日本だけのこと[村上陽一郎, 『科学者とは何か』, 新潮社, 1994年]

## 1980年前後に欧米では 大学の役割が歴史的に転換

- 教育と研究に加え、新産業や雇用の創出を大学に期待  
– 科学優位の伝統の根強い西欧社会にとっては画期的転換
- 産学連携に向けての制度・政策の改革・充実が始まる  
– 1980年にバイ・ドール法が成立
  - 特許などを扱う部門（TLOほか）を大学が新設
  - 大学向けの半導体チップ試作サービスが続々設立される
    - MOSIS（米, 1980）, CMP（仏, 1981）など
- 日本で同様の転換が起こるのは1990年代末  
– 大学からの技術移転促進法（1998）, VDEC（日, 1996）

済からは利益が生まれなくなるので、何らかの不連続を導入しないといけないとシュムペーターの本に書いてあります。そのことをシュムペーターは新結合と呼んだんですが、後でイノベーションといわれるようになりました。(私はシュムペーター自身がイノベーションと書いてある本を見つけたことがなくて、いまだにいろいろな人に聞いてみているんですが、イノベーションってだれが言い出した言葉なのか、シュムペーター自身は新結合と、それからアメリカへ渡ってからの本の中で、創造的破壊という言葉を使っていますが、シュムペーター自身がイノベーションという言葉を使っている本を今のところまだ見つけていません)

岩井克人先生(東大・経済)は、未来の価値体系と現在の価値体系との間の差を導入することなんだというふうにお書きになっています。それが新結合の意味。

つまり、未来の価値を知ることと、未来の価値の具現化はちがう。研究と開発はちがう、と簡単に言えばいいのかもしれませんが、シュムペーター自身が挙げている例でいうと、駅馬車という社会システムが成立しているときに、蒸気機関車の発明をして、それをういた鉄道システムを導入することが新結合(イノベーション)だ、とシュムペーターは書いているんですね。

馬車を蒸気機関車に置きかえることは意味がないわけで、馬車を使って駅馬車という社会システムが成立しているときに、鉄道システムという社会システムを新たに導入して、エンドユーザーがお金を払って汽車に乗れるという状態を実現することがイノベーションであって、それをやる人のことを、彼のドイツ語では *Unternehmer* と呼んでいます。今ふうにいえば *Entrepreneur* ですね。蒸気機関車を発明する人というのは発明家であって、*Innovator* ではないということです。

多分、シュムペーターの全体の流れからいえば、蒸気機関車の発明は経済行為とは考えないということですね。それ自身は経済行為ではないということです。ですから、企業が経済行為としてイノベーションをするというのは、鉄道システムをマーケットに導入することであって、蒸気機関車の発明をすることではありません。

ところが、イノベーションに対して戦後の何年かの経済白書が何かだったんじゃないかと

## 企業にとっての研究開発の意味

- 経済行為(=財貨の獲得を目的とする行為)としての研究開発とは何か
  - 定常状態の経済に利潤はなく、成長もない
  - 利潤と成長は不連続から生まれる
- 不連続 = 新結合 = 創造的破壊 = イノベーション  
= 未来の価値体系と現在の価値体系の間の差異
  - シュムペーター、『経済発展の理論(上)(下)』、岩波書店、1977年
  - 岩井克人、『ヴェニス商人の資本論』、筑摩書房、1985年

## 未来の価値を知ることと 未来の価値の具現化は違う

- 未来の価値を知るだけでは不十分。未来の価値体系を具現化して生活者が享受できる状態にする必要がある
  - たとえば製品として市場で買える状態にする
- 不連続 = 新結合 = イノベーションの例
  - 駅馬車 鉄道システム
    - 馬車 蒸気機関車だけでは不十分
- 鉄道システムを導入する人が起業家  
= *entrepreneur* = *unternehmer* = *innovator*
  - 蒸気機関車を発明する人は発明家

思うんですが、技術革新という訳語を充てた。これが、特にわれわれ技術屋には非常に大きな誤解を長年与えてきたのではないかと。会社の人にも与えてきたのではないかと。つまり、技術革新とは蒸気機関車の発明のことだというふうに技術屋集団は受け取ってしまったのではないかと。蒸気機関車を発明する場所が会社に必要なんだというふうに誤解をしたのではないかと。

ただし、歴史的にはこれは確かに意味があって、19世紀の後半のドイツで、主として化学の分野で、いわゆるサイエンス・ベースド・インダストリーという考え方が登場する。これも村上陽一郎さんは皮肉をいろいろ言っています。ただ、一応ここで、科学に基盤を置く産業という概念が化学で成立し、次いで電気において、近いモデルができていくということです。

これがリニア・モデルや中央研究所モデルの原型となって、歴史的にはある意味を持つ一時期があったんだと思うんですね。このモデルがアメリカに移った。

アメリカの場合は、第1次世界大戦の前までは殆んど会社に研究所というのはありません。技術導入をしているか、あるいはエジソンみたいな人から技術を買っていました。量的にはヨーロッパから技術を買っていたのが圧倒的に多いと思いますが。

ところが、第1次世界大戦の後に、ヨーロッパとアメリカとの関係が変わる。アメリカが産業国家として世界に本格的に登場してくる中で、大企業が中央研究所を持つようになってくる。なぜ中央研究所を持つようになったかというのはアメリカの場合、独占禁止法が非常に大きな役割を果たしています。金にあかして、よそがやっている研究成果を買い集めて会社が大きくなっていくということを米国政府は非常に嫌ったらしいんですね。それに対して、自分自身で研究開発に投資して、その成果をもとにしてビジネスを大きくしていくということについては、米国政府はあまり企業に対して敵対的ではなかった。それで、独占禁止法の適用を逃れるために、見かけ上、中央研究所を持つ必要があった。あるいは、はやりになったので見栄で持った。そのようないろいろなことが『中央研究所の時代の終焉』の中には書いてあります。1980年ないし90年ごろからまた状況が変わってきた。

ですから、中央研究所モデルというのは、長く考えて1920年から1980年ごろ、20世紀中庸の大部分を支配した、歴史的に成立したモデルだと考えられます。このときが同時にリ

## Science-Based Industry が リニア・モデルの原型

- 19世紀後半のドイツで、最初に化学、次いで電気で、科学に基盤をおく産業 (science-based industry) の概念が出来、リニア・モデルの原型となる
- 19世紀末にはドイツで、特に化学産業で、企業研究所が充実。科学に基盤をおく産業における中央研究所モデルが形成される

## 米国内産業界における研究開発戦略の変遷

年代	大企業の役割	技術革新の担い手	研究開発
~ 1920	サービス業的	個人発明家	外部化
1920 ~ 1980	製造業的	大企業の中央研究所	内部化
1980 ~	サービス業的	ベンチャー + 大学	外部化

- ナイロンが中央研究所とリニア・モデルの時代の隆盛を招く
- トランジスタが中央研究所の時代の黄金時代を招く
- 日本企業の中央研究所は米国の黄金時代がモデル

ニア・モデルの時代でもある。これに非常に大きな役割を果たしたのは、ナイロンの成功です。デュボンが基礎的な研究所をつくって、そこからナイロンという予期せぬ大ヒット商品が生まれたということが、アメリカの産業社会に「中央研究所というのはいくらもあつた」ということを神話的に広めたいですね。その後、トランジスタができました。私自身は、トランジスタはリニア・モデルの産物ではないと思っています。特にケリーの役割を考えたときに、研究者が自然発生的におもしろい研究をしていて、そこからシーズが生まれて、それがトランジスタにつながったというのはいくらもあつたと思います。そうではなくて、ケリーは明確に固体の増幅器がこれからのベルには必要だということをはっきり意識していて、固体の増幅器をつくらうという目的が先にあって、そこから紆余曲折して発明にいたつた。トランジスタがどういうふうに生まれたかというのは、研究者たちは山ほど論文を書いていまして、いろいろな議論があることはあるらしいんですが、私自身は、どう考えてもケリーの役割まで含めて考えれば、リニア・モデルの産物ではないと思っています。

けれども、中央研究所の神話の強化には非常に役に立たんですね。「中央研究所というのは良いものだ。研究所というのはいくらもあつた」という神話の強化には非常に役に立って、最近になって口の悪い調査会社の人たちは、ナイロン以外に研究所で儲けた例はないんじゃないかとまで言う人がいます。

米国における中央研究所の黄金時代（1950年代、60年代が最盛期だと思いますが）に、リニア・モデルは中央研究所とセットになっていたんですが、実はシュムペーター自身は、ウィーンで1912年に有名な『経済発展の理論』を書いてから後、アメリカに渡って、アメリカで中央研究所の興隆を目の当たりにしていたわけです。1942年に新しい本を書いていまして、これは日本語の訳では『資本主義・社会主義・民主主義』という本で、ものすごく厚い本なもので私はところどころ関係しそうなところしか読んでいないんですが、こんなことを書いています。

彼は、ウィーンで19世紀を見ていたときには、アントルプルヌールの役割を非常に重視していたんですが、アメリカに渡って中央研究所ができていく過程を見ていくにつれて、イノベーション、新結合の遂行者というのは、これからはだんだん大企業に移る。そうなれば、会議が何かで官僚的に（ストラテジーを）決めるようになるだろう、このプロセスを通じて、やがて資本主義は衰える。

このことをシュムペーター仮説と言う人もいますが、実は1970年代の欧米というのは、このシュムペーターが言ったとおりになっていたんだという説があります。

### リニア・モデルは 大企業中央研究所時代のもの

- デュボン社の中央研究所におけるナイロンの成功がリニア・モデル神話を生んだ
- 成果の独占がリニア・モデルの特徴（自前主義）
- 米国に渡ったシュムペーターは、「新結合の遂行者がアントルプルヌールから大企業に移る、それに伴って意思決定が官僚的になり、やがて資本主義は衰える」と予想  
[シュムペーター（中山伊知郎ほか訳）、『資本主義・社会主義・民主主義』、新装巻、東洋経済新報社、1995年（原著初版1942年）]

中央研究所の非常に大きな特徴は、先ほど言いましたように、社内組織で自前主義だということにあります。それから、お客さんから非常に遠いところに位置させておいて、研究者が自由に研究をしていると、そこから自然発生的にシーズが生まれるという考え方に立っている。これは実は欧米に根強い科学優位主義の反映だと私は思っています。それから、研究開発の大部分は社外に隠す。自前主義のセットですね。人より先に物を出すことで、先行者利益を確保しようという考え方に立っている。

それから、知的財産権を全部社内に閉じ込めることによって、付加価値の外への流出を防ぐという考え方に立っている。

これらがネットワーク時代にすべて当てはまらなくなってきた。これはちょっと別の議論になってしまいますので、きょうはあまり触れることができませんが、自前主義というのが成り立たなくなってきた。特にエレクトロニクス、情報通信関連はそうですね。化学の一部なんかには、一つの会社の中で製品開発まで行ける部分が今なおあり得るのかもしれない。でも、情報通信関係は全くもうだめだと思います。

ベルで長く暮らした黒川さんが、「お客さんから遠いところでお客さんに接しない研究開発というのはもう無理というのが、十数年ベルにいた経験で得たことだ」と言っています。

隠しておいて、人より先に物を出すことよりは、発信をして仲間をつくって自分のほうに向けさせる。いわゆるネットワーク外部性の活用が、非常に重要になってくるときに、やっぱり自前主義というのは無理。お客さんから離れているというのは無理なのです。これがこの10年の変化の非常に大きな部分で、ここで中央研究所とリニア・モデルが無理になってきた。

ネットワーク外部性は皆さんご存じだと思いますが、要するに、ネットワークへの参加者

## 中央研究所の時代の特徴

- 中央研究所は社内組織(自前主義)
- 中央研究所は顧客から最も遠いところに位置する
- 研究開発の大部分を社外には隠す
  - 先行者利益を確保

## 中央研究所とリニア・モデルの時代の終焉

- 「すべてを社内」はネットワーク時代には成り立たない
  - 自前主義は非効率 連携・協力へ
- 顧客からみて営業、製造のかけにかけた研究開発は時代遅れ 黒川、「アメリカは日本から何をどう学んだか」、『電子情報通信学会誌』、1996年5月号。
- 「隠して先行者利益」から「発信して収獲増へ」
  - ネットワーク外部性の活用
    - 自社製品の付加価値を他者につけてもらう

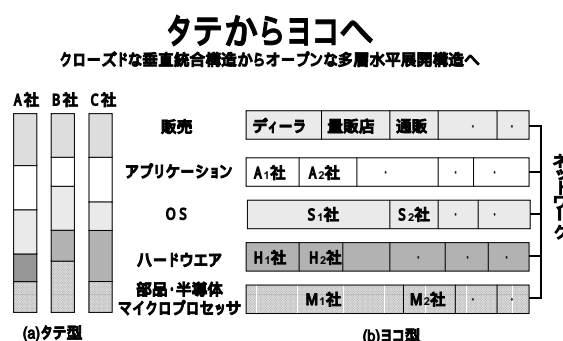
## ネットワーク外部性

- 電話機は一人で持っても役に立たない
  - 最低限もう一人、同一規格の電話機を持っている人が必要
- ネットワーク製品の効用はユーザー数の2乗に比例
  - 通話チャンネルの数は同一規格の電話機を持っている人の数を  $n$  とすると  $n(n-1)/2$  になる。  $n$  が少し大きくなれば  $n$  の2乗に比例
- 規格争いの「勝ち組」(事実上の標準となった規格)はシェアの2乗に比例して有利になる

の2乗に比例して、勝ち組が有利になるという構造があって、これはハードとソフトがインターフェイスを挟んでいる場合も同じですね。

最近、ここ十数年に成立した、いわゆる横型の水平分業型モデルの中では、ハードとソフトの間のポジティブ・フィードバックが働く隙間がいっぱいあるということです。つまりOSの価値を高めるためには、アプリケーション・ソフトの開発者に自分のOSの方を向いてもらう、ということが大事で、逆もまた同じですから、ネットワーク外部性が働くところでは自分の製品の付加価値を人につけてもらうという構造が起こっている。

ネットワーク外部性というのは、要するにたくさんの他人が自分と同じものを持つてくると、自分の持っているものの価値が増すという構造になっていて、これは通常型の単品の工業製品とちがう構造をしています。価格決定のメカニズムがちがうわけですね。これが働くところがやたらに増えてきたというのが現在の産業構造の特徴ですから、そういう意味では、従来型の単品の工業製品の価格決定メカニズムにはなじみにくい。



インターネット自身が市場経済から生まれたわけではありません。リナックスもそうですね。

ネットワーク外部性が働くところでは、市場経済と、市場経済がないところの相互乗り入れみたいなことが非常に重要で、さっき田中理事長がおっしゃっていた遺伝子読み取りの場合でも、市場経済ではない側の人たちがコンソーシアムを組んでいて、その刺激から生まれたマーケットが、今度は逆にベンチャー企業であるセルラー社のentrepreneurshipを刺激して、実際の仕事はそっちが行ってしまったというような、市場経済側と非市場経済側がネットワーク外部性を介して、お互いに刺激し合う構造になっていると思います。

日本は、ネットワークとかインターネットを市場経済の側だけから議論してきた感じがするんですが、実はシリコンバレーを含んで、非市場経済側のコミュニティーというのが意外にしっかりアメリカにはあって、リナックスはそういう中から生まれてくる。生まれたリナックスは市場経済側を強く刺激して、たくさんのビジネスを今生んでいるわけですね。そういうところがあるんじゃないかと思って、ネットワーク外部性というのは、今の研究開発の動向を考える上で、重要なポイントの一つだと私は思います。

最近、経済産業省の加藤敏春さんが本を書いたりしているエコマネーというものも、そうい

### ネットワーク外部性は 市場経済と非市場経済をつなぐ

- ネットワーク外部性: たくさんの他人が自分と同じモノを持ってくると、自分の持っているモノの価値が増す。市場経済の価格決定メカニズムになじめにくい
- インターネットは非市場経済から生まれ、市場経済のインフラストラクチャとなった
- リナックス: 非市場経済側の活動が、市場経済側の起業家精神を刺激し、新産業を開きつつある
- 世界各地のエコマネーとネットワーク・インフラ





う概念の中にあるかと思います。この辺は、高齢者の経済の中では大きな意味を持っています。

最後は、蛇足です。MIT のメディアラボの副所長の方が「同じ考え方を持った優秀な人間の集まりは最悪の研究所」だと書いています。

リニア・モデルと自前主義という研究開発モデルにおいても、その研究開発を生産・販売につないでいくというときにおいても、大学であれ会社であれ、日本は、同じ考え方を持った優秀な人間の集まりを実は最良と考えてきたんじゃないかと思うんですね。

その結果、山口さんがおっしゃったように、一つモデルが変わると全部一緒にだめになっていってしまう。ちがう考え方を持った人間の集合になっていれば、片方のモデルがだめになったときには別のモデルが成長してくるという余地があるわけですが、同じ考え方を持った人間（この先生に言わせると、優秀なほうがもっと悪いんだそうですが）の集団では、一つ状況が変わるといっぺんにモデルごと全部ダウンしてしまう。

現在の日本の産業界の状況というのは、この状態がもしかしたら現れているのかもしれない。

### 同じ考え方を持った優秀な人間の集まりは最悪の研究所

- 最悪の研究所とは、同じ考え方を持った優秀な人間の集まりです。（中略）。可能な限り異質で多様なものが出会う環境こそが大切です。それが、クリエイティブな人間がさらにクリエイティブになれる唯一の条件です [MITメディアラボ副所長のアンドリュー・リップマン氏, 『週刊東洋経済』, 1999年12月11日号, p.44 ]