

日本の大学発

ベンチャーの現状

—(株)シンセシスを例として—



(株)シンセシス

植垣 俊幸 uegaki@synthesis.co.jp

奥畑 宏之 okuhata@synthesis.co.jp

我が国では、1980年代以降、経済と社会制度の両面において構造改革問題が議論されており、こうした状態からの脱出は差し迫った課題である。このような環境下、大学への社会的要請も劇的に変わった。大学が従来のように、閉じた環境の中で教育と学術研究に専心していればよいという時代は終わり、大学が新時代の創造活動の先頭に立つことが切望されている。積極的な産学連携と大学発ベンチャーの創出は、社会から大学に対する最大の要請課題である。

本稿では、一足早く大学発ベンチャーの創出に取り組んできた欧米の状況と日本での大学発ベンチャーの状況について概観する。次に日本での大学発ベンチャーの一例として、システムLSIの開発・設計を目的に、大阪大学・京都大学の教授が主導して、1998年2月に設立されたファブレス半導体ベンチャー企業「(株)シンセシス」について紹介する。最後に、日本における大学発ベンチャーの今後の展望について述べる。

🎓 転換期を迎えた日本の大学

科学技術は、研究、開発、工業化と事業化といった順序を踏む。研究寄りのフェイズを大学が、開発、事業化寄りのフェイズを企業が、という大まかな分担が成り立っている。高度成長期の日本にあっては企業では大量に採用した新卒生が研究、開発に投入された。企業は、採用した新卒者の終身雇用を前提に、その企業が必要とする技能を教育し、時間をかけて訓練した。一方、大学ではアカデミックな基礎研究を重視した。この分担はそれなりに成功した。しかし、高度成長期を過ぎ、バブル崩壊後の各企業は新事業の創出に向けた資源がきわめて乏しくなり、新事業創出に必要な科学技術の研究、開発がすっかり手薄になってしまった。すでに、従来の科学技術は、欧米や日本を目標とする新興諸国にキャッチアップされ、日本は多くの分野で競争力を失った。このような社会環境の変化は、大学のあり方をも大きく変えようとしている。大学には新産業の創生に積極的な関与が要請されている。

🎓 欧米における産学連携と大学発ベンチャーのインパクト

世界各国の国際競争力の評価では、次第に日本の競争力ランキングが低下している。その中で問題視されているのは「起業家精神」や「大学教育の競争経済への適合性」などである。米国では20世紀初頭に早くもこうした問題を大学のあり方で解決しようとしてさまざまな議論がなされてきている。各種の産学協同や連邦政府からの研

究開発費の導入が積極的になされている。大学の研究をベースにして次々と大学発ベンチャーが台頭し、新しい産業が勃興し、国を支えてきた。カリフォルニア工科大学やマサチューセッツ工科大学(MIT)、スタンフォード大学に代表される大学では、業績に対する競争原理を導入して成果を挙げている¹⁾。閉塞感のある日本の現状を変えるには、日本においても自立的な技術者、研究者を増やし、次々に大学発ベンチャーが勃興することである。そして、大学と既存企業が大学発ベンチャーを通じて新しい関係と社会を構築することである。

米国の大学発ベンチャーとしてはヒューレッド・パッカード社(1947年設立、スタンフォード大の学生)、デジタルイクイップメント社(1957年設立、MITの大学院生)をはじめ、現在の米国を支える数々の企業が名を連ね、新事業・新産業の創出に貢献している。1990年代以降もインターネット検索のヤフー(スタンフォード大)を始めそうした伝統は続いている。

古典的な大学制度を維持していると見られていた英国も米国をならって、1980年代のサッチャー政権時代から数々の産学連携施策を導入した。学界の伝統的に優れた科学技術のポテンシャルに比べ相対的に弱体な産業界の技術開発力に対して、大学等の資源を産業界競争力の強化に役立てることを目標に掲げた。最近、特に英国政府が力を入れているのが大学発ベンチャー(スピンオフ企業)の育成である。オックスフォード、ケンブリッジ、ロンドン大学(インペリアル・カレッジ)などは米国の主要大学と同様の産学連携組織を持つ²⁾。



大学発ベンチャーの種類

米国を例にとると、大学教員や大学院生が、自ら起業し、最高経営責任者（CEO）として経営する形から、CEOは外部から専門家を招き、自らは技術顧問や技術者として参画し、大学と兼業するなど、大学発ベンチャーの形はさまざまである。日本でもこの数年教員の兼業規制が緩やかになったこともあり、米国に近づきつつある。基礎研究が重要となる事業になればなるほど、大学教授等の関与がなければ事業として立ち上がらない。

ベンチャーにとって不可欠なイノベーションを見ると、大学発ベンチャーの多くは大学で生まれた特定のイノベーションに基づく技術や製品を完成させて事業化する。このスタイルがビジネスとして安定し継続し得るかは、そのイノベーションの有効性に依存する。ただ1つの製品だけを市場化しただけでは経営は成り立たないことが多い。そこで、1つのイノベーションに基づく技術や製品の完成だけに専念するのではなく、大学から別のイノベーションを導入して技術や製品を完成させ、次第にその規模を拡大する。これを繰り返すことでビジネスを拡大し、安定させる。バイオや医薬の分野では前者のベンチャーが多い。IT分野では1つのイノベーションだけに頼ったベンチャーが継続してゆくことは容易ではないので後者が主体となる。

大学発ベンチャーを支える仕組み

大学発ベンチャーを支える仕組みとしては産官学の各種のネットワークや支援組織が地理的に集積した産業クラスターが有効である。

ベンチャー企業を生み出す米国の著名大学は、大学教授とはそもそも人件費込みの公募研究費を政府機関などから獲得してきて研究する。研究費がなければ学生もつかない。教員も学生も具体的な成果を生み出さなければ、次のステップに進めないことを自覚し、行動する。また、海外からの人材を積極的に受け入れる。育った人材も出身母国へ帰還したほうがチャンスがあると見れば果敢に母国に帰りチャレンジする。現在、アジアの各国で急速に立ち上がりつつある情報関連企業も米国から戻った人材中心に運営されている例が多い。1970年代にバイドール法が制定され、連邦政府資金による研究開発成果の権利を非営利組織（大学等）や中小企業（ベンチャー企業）が保有するかどうかを選択できるようになり、大学やベンチャー企業の産業貢献が一層加速された。加えて、1980年代に入って東西冷戦が終結した結果、それまで民間利用が制限されたまま大学に眠っていた軍事技術が、いわゆる平和の配当として民需転用された。

ベンチャーを支える最も大きな仕組みは、米国の西海

岸やMIT周辺的能力査定に厳しい反面、人材や技術の受け入れ交流が自由な大学や企業群の文化そのものにある。各種のファンドや組織がそれらを支えている。既存技術の陳腐化がきわめて早いため、新技術の立ち上がり、蓄積に要する時間は短い。

日本における大学発ベンチャーの現状

日本の大学発ベンチャーの数は1,000社を超えた。その事業別分野は2004年度の調査によると、「IT（ハード）」が30%、「IT（ソフト）」が11%、「バイオ・医療」が38%であり、バイオ・医療関係が増加傾向にある³⁾。この調査では事業分野を「IT（ハード）」、「IT（ソフト）」、「バイオ・医療」、「環境」、「素材・材料」、「機械・装置」、「エネルギー」、「教育」、「その他」に分類している。IPO（Initial Public Offering：株式公開）に成功した大学発ベンチャーの数は多くはないが、医薬品やホテルサービスなどで成功例がある。年度ごとの推移を見るとバイオ・医療分野での起業が多く、この2年間においては全体の40%を超えている。企業形態による分類を見ると、株式会社の形態が約70%を占め、残りが有限会社と合資会社である。株式会社が多いのは、将来IPOを志向しているからである。

(株)シンセシス設立の経緯

日本の半導体産業はメモリを中心に一時代を築いたが、1990年代に入るとその技術が海外諸国にキャッチアップされて後退した。システムLSIへの取り組みが競争力確保の最善策であることは早くから指摘されていたが、システムLSIの設計に必要な技術者不足のため、半導体設計危機状態を招いた。大阪大学白川功名名誉教授（設立当時は教授）を始めとする大阪大学および京都大学の5人の教授が、システムLSIの開発・設計を行うベンチャーを自ら設立することでこのような半導体設計危機を打開しようとして、1998年2月に(株)シンセシスを設立した⁴⁾。シンセシスは、また、新しい産学協同体制の確立、大学の活性化、大学の成果の社会還元、最新技術の開発能力を持つ人材の育成ならびに大学院生の経済支援に貢献することを目標とした。大阪大学に近い大阪府箕面市に本社を、京都大学に近い京都市左京区に京都センターを設置した。資本金は現在1億3,500万円であり、民間企業6社と各大学の教員、役員、社員が出資している。1999年度に単年度黒字化し、2000年度に累損を解消している。

会社設立時に参画した研究グループは2大学の5研究グループであったが、現在は表-1のように5大学の8研究グループが参加している。組織を図-1に示す。

大阪大学大学院情報科学研究科 情報システム工学専攻 (白川 功 名誉教授, 尾上孝雄 教授)
京都大学大学院情報学研究科 通信情報システム専攻 (中村行宏 教授, 越智裕之 助教授)
大阪大学大学院情報科学研究科 情報ネットワーク学専攻 (村上孝三 教授, 正城敏博 助教授)
大阪大学大学院工学研究科 電気電子情報工学専攻 (谷口研二 教授, 松岡俊匡 助教授)
大阪大学大学院情報科学研究科 情報システム工学専攻 (今井正治 教授, 武内良典 助教授)
奈良先端科学技術大学院大学 情報システム学専攻 (岡田 実 助教授)
兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科 政策経営情報科学コース (白川 功 教授)
立命館大学 理工学部 電子情報デザイン学科 (山内寛紀 教授, 泉 知論 助教授)

■ 表-1 参加研究グループ

大学教授が研究顧問に、若手教員（教授、助教授、講師、助手）が主幹研究員と研究主任に、大学院生が契約社員として、事業の中心となって働いている。また、企業出身者が経営、管理面を担当している。教授も役員に就任している。最近では博士課程修了者が正社員として入社し、技術開発を統括している。

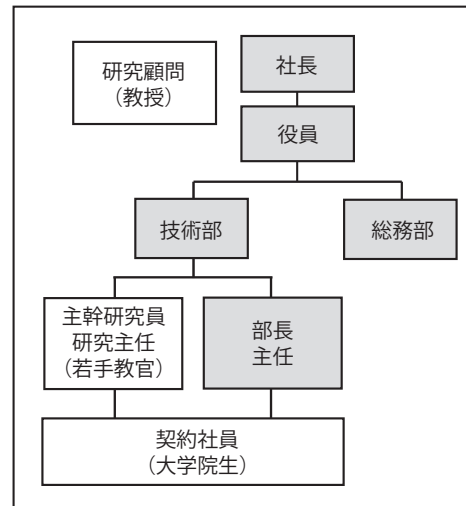
システム LSI の設計とは

最近の電子機器の機能は、システム LSI とソフトウェアで実現される。システム LSI の設計および開発は、システム LSI で実現する機能を理解して、それを C 言語やハードウェア記述言語 (HDL: Hardware Description Language) で記述することにより進める。最近では、半導体の生産を専門に請け負うファウンドリーと呼ばれる専門会社が多数あり、活躍している。生産をアウトソーシングすれば、メーカは設計に専心できるため、製造設備を持たないファブレス半導体メーカが育ちつつある。シンセシスは、システム LSI 設計の上流工程にあたるアルゴリズムの研究、アーキテクチャの設計に注力している。

事業の進め方とこれまでの成果

6名の大学教授は、研究顧問として技術全体について指導助言する。若手教員は主幹研究員、研究主任として開発を統括し、実際にクライアント企業との技術打ち合わせなどを主導する。大学院生にはシンセシス独自の社員教育、技術教育を実施し、技術者としてのレベルアップを図っている。

シンセシスは、各教員の所属大学に研究顧問委嘱願い、主幹研究員委嘱願い、研究主任委嘱願いを提出し、受理



■ 図-1 組織図

された後、それぞれ契約を結ぶ。大学院生とも社員契約を結ぶ。

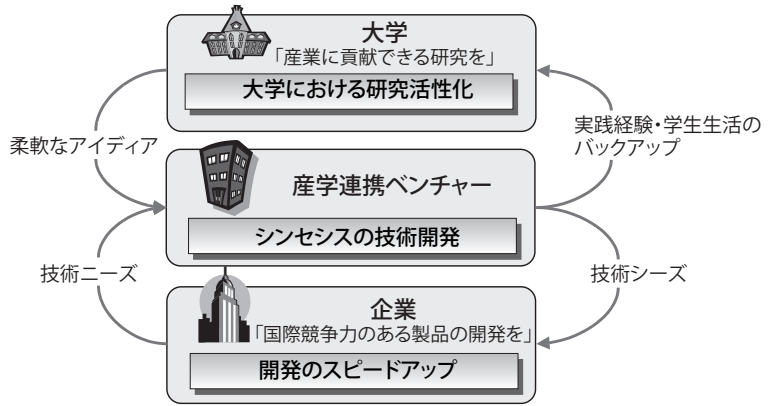
シンセシスが取り組むテーマは、マルチメディア、デジタル無線通信・ネットワーク、アナログ技術、CAD アルゴリズムなどの分野であり、大学の研究テーマと関係するものが多い。大学との関係と分担を明快かつ円滑にするために、必要に応じて大学との間で共同研究契約を締結する。技術開発時の過程で生じた知的所有権等の帰属は、大学との共同研究契約ならびにクライアント企業との契約に依存する。学術的発表も上記契約との関連で決定される。これまでの開発事例の主なものは表-2 に示すとおりである。

大学は、シンセシスを通じた産業界との情報交換から、常に新しい研究テーマを見出し、研究が活性化される。契約社員である大学院生は、クライアント企業の先端的なテーマをシンセシスで担当することで、勉強や研究に対するモチベーションが高まる。シンセシスは常に大学から新しい技術イノベーションを入手して技術開発を行い、新たなビジネスを展開する。企業はシンセシスを活用することで開発が高度化するとともにスピードアップする。こうした産学連携の技術サイクルを図-2 に示す。

シンセシスの各クライアント企業には、シンセシスが大学と共同研究していることをあらかじめ契約の段階で承いいただき、知的資産の保有権、機密の保持、学術的発表等の条件を明確にしている。最近の開発の中には、奈良先端科学技術大学院大学が保有する特許の再実施権つき使用権をシンセシスが取得し、これにシンセシスの技術開発を付加したものを企業に提供し、その企業から得た特許実施料を大学に還元した例がある。



<ul style="list-style-type: none"> • JPEG2000 コーデックコア • MPEG-4/H.264 コーデックコア • 階調補正アルゴリズム • Ogg Vorbis デコーダ
<ul style="list-style-type: none"> • 1セグ地上デジタル放送 OFDM 復調器 • BS/CS デジタル放送用復調回路 • IEEE 802.11i 暗号処理回路 • Gbit AES 暗号処理回路
<ul style="list-style-type: none"> • 新開発 VCO による低ジッタ PLL • 高効率 DC-DC コンバータ • 低消費電力 Flash A/D コンバータ • CDMA 方式チップ間インタフェース
<ul style="list-style-type: none"> • 高位合成プロセススケジューリング • HW/SW 協調設計 CAD 用 CPU モデル • C 言語ベース設計支援ツール



■図-2 産学連携 技術サイクル

■表-2 開発事例

開発事例

これまでの成果は、マルチメディア、デジタル無線通信、アナログ回路などの分野にわたる。以下にこれまでの開発事例を紹介する。

JPEG2000 コーデックコア

JPEG2000 は、ISO/IEC によって国際標準化された画像符号化方式である。JPEG2000 では、従来の静止画像圧縮方式である JPEG で問題となっているブロックノイズやモスキートノイズが発生せず、高品質な画像圧縮が可能である。また、1つの圧縮データから携帯電話向けの画像、PC 向けの画像、さらに印刷用の高解像度画像までさまざまな解像度の画像が得られるスケーラビリティを持つ。シンセシスではこうした JPEG2000 の優れた特長と将来性に着目して研究開発を進めてきた。JPEG2000 において避けて通れない問題となっているタイルノイズ(図-3)を解消するため、ノンタイル処理(処理領域をタイル状に分割せずに処理)をより小規模な回路で実現する手法をいち早く開発しており、すでに実用されている。また、6400万画素の超高解像度画像に対応したソリューションや動画像へ対応したソリューションも提供しており、今後はホームサーバ用途向けに機能拡張したソリューションを提供していく。実用化に至る各ステージでの研究開発成果はすでに学術論文として公表されたものがあり^{5)~7)}、本研究を通じて博士号の取得者も誕生している。

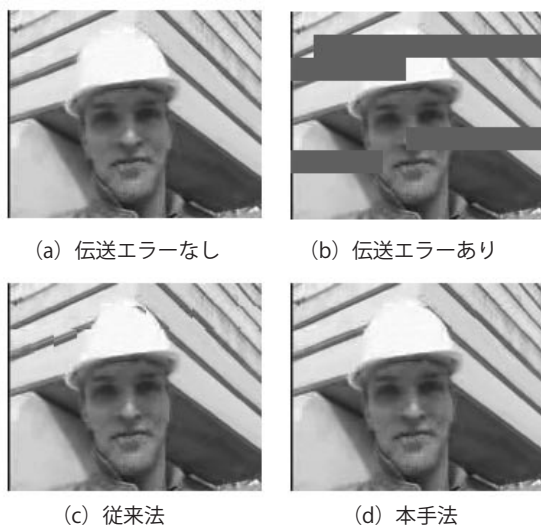
MPEG-4 コーデックコア

MPEG-4 は携帯電話や電話回線など、通信速度が比較的低い回線上での映像配信を目的とした規格である。大学が取り組んできた画像圧縮系の低消費電力、省面積で



■図-3 タイルノイズによる画質の劣化

の実現という学術成果を活かした結果、シンセシスでは、他社製品と比較してはるかに低い13MHzの動作周波数でも圧縮処理が可能な回路規模の小さいMPEG-4 コアを開発しており、クライアント企業で商品化されている(QCIF サイズ 30fps)。また、無線環境のように低品質の回線で発生する伝送エラーに対して効果を発揮する独自のエラーリカバリシステムを開発している。このエラーリカバリシステムは90%以上の高いエラー検出率を達成している。さらに、エラーが発生した個所を目立たなくするエラー隠蔽技術においても、従来技術より高い画質を達成している(図-4)。今後は、SD、HDなどの高解像度への対応や、H.264といった新しい符号化への対応、暗号処理技術などを組み合わせた統合的なソリューションの開発を推進していく。研究、開発の各ステージでの成果は複数の論文に公表されている^{8)~10)}。



■図-4 エラーリカバリシステム

Ogg Vorbis 音楽圧縮方式開発

Ogg Vorbis は、特許権使用料が無料であることを特長とする音楽圧縮方式である。固定小数点版デコーダ (Tremor) が存在し、浮動小数点演算装置を持たない組み込みシステムにおいても利用可能である。シンセシスでは、組み込みプロセッサ ARM7TDMI および専用アクセラレータ回路を用いた Ogg Vorbis デコーダのソリューションを開発している。この方式は復号処理において最も大きな処理量を必要とする IMDCT (Inverse Modified Discrete Cosine Transform) 処理部などを専用化することにより、12MHz での実時間処理を実現している。これらの成果は、Ogg Vorbis の組み込みシステムでの実現方式として論文発表されている¹¹⁾。

暗号処理回路

AES (Advanced Encryption Standard) は計算機処理能力の向上に伴い実時間で解読が可能となってきた DES (Data Encryption Standard) の後継として 2002 年に米標準技術局 (NIST) により標準化された暗号処理規格である。AES は暗号強度が高く、多くの分野で採用されており、今後の暗号化技術の中心的役割を担うものと考えられる。シンセシスでは、AES 暗号/復号処理のすべてを専用回路化することにより、小さな回路規模で実現するソリューションを提供している。これにより、無線 LAN セキュリティ拡張規格 IEEE802.11i の暗号/復号処理 (AES-CCM, WEP, TKIP) をわずか 18,000 ゲートの回路規模で実現する。さらに、15,000 ゲートの回路規模で、166MHz 動作時に最大 1.93Gbps の処理能力を実現する GbitAES IP を開発しており、動画のリアルタイムストリーミングなどにも利用可能である。今後はこれらの成果を活かして、あらゆる要求性能に対して柔軟に対応していくことで、さまざまな組み込み用途への展開を推進していく。本開発に先行する大学での研究成

果が論文発表されている^{12) ~ 14)}。

地上デジタル放送用 1 セグ受信機復調部

地上デジタルテレビ放送では、携帯端末で 1 セグ部分受信が可能となる。しかし、1 セグ部分受信のためには、地上デジタルテレビ放送の 6MHz 帯域の中から、中心の 500kHz 帯域の信号を抽出して復調する必要がある。そのため、RF/IF 帯のチューナ部において急峻なカットオフ特性を有する狭帯域アナログ BPF が必要となる。シンセシスでは、このアナログ BPF の要求仕様を緩和するため、復調回路のデジタル処理部において同時にフィルタ処理を行うことが可能なシンボル同期用インタポーレータを開発、実装した。また、携帯受信では、自動車や電車などの高速移動体上での受信が要求される。そのため、受信部において高速移動受信に対応する回路を開発している。さらに、RF/IF チューナ部の小型化および低消費電力化には、ダイレクトコンバージョン方式が有効である。本復調部は、ダイレクトコンバージョン受信時の受信特性劣化要因である I/Q 偏差および DC オフセットを補償する回路を内蔵することで、ダイレクトコンバージョン受信に対応し、低消費電力化を実現した。今後はその実用化を進める。本開発に先行する大学での研究成果が論文発表されている^{15) ~ 17)}。

アナログ回路設計

シンセシス設立以来、A/D コンバータ、DC-DC コンバータ、PLL クロック生成回路などのデジタル・アナログ混載 CMOS 回路の設計を行っており、多くがクライアント企業の製品に組み込まれている。最近では、携帯機器のデジタル・アナログ混載 CMOS 回路の低消費電力化が重要視されており、シンセシスにおいても大阪大学とともにパイプライン AD コンバータの低消費電力化に関する研究成果を活かした挑戦的な設計に取り組んでいく。これまでの成果の一部は複数の論文として発表されている^{18), 19)}。

デジタル画像階調補正技術

シンセシスは創業以来デジタル静止画像向け階調補正技術に取り組んでいる。逆光が強い場所等で撮影した画像に対して輝度を適応的に補正すると、高品質かつクリアな画像が生成される。図-5 (a) に原画像、図-5 (b) にシンセシスが持つ階調補正技術を施した画像を示す。一般にはトーンカーブ補正が広く利用されているが、トーンカーブ補正は輝度値に対して一様に処理を行うため、ダイナミックレンジの広い画像には適さない。シンセシスの階調補正技術は、眼の網膜モデル (Retinex) を利用した適応的な階調補正処理を行うことより、トーンカーブ補正では対応できない画像に対しても高品質な補正処理を実現している^{20), 21)}。今後は画像コーデック IP



への組み込みや、動画像への対応など、さまざまな用途への展開を推進する。

今後の展開

シンセシスは大学院の若手教員と大学院生が中心となる、これまでの日本では例のないベンチャーであるが、システム LSI の開発にきわめて有効であることをこの数年で実証した。情報家電、インターネット、マルチメディア、画像関連分野は、技術進歩が早く、また、その方向を予測しがたい。独創性の高いアルゴリズムの開発とそのシステム LSI 化が事業発展の鍵である。この分野こそ大学の若い人材が独創性を発揮し貢献し得る事業分野である。シンセシスと各研究グループは、この分野に積極果敢に取り組んでいる。大学発ベンチャーだからといって特別扱われるわけではない。産業界のよきパートナーとして貢献し得るか、本当に力があるかどうか真価を問われる状況にあり、全力投球し将来は上場を目指す。

日本の製造業は国際競争の下で競争力を大幅に低下させているが、要素技術、生産技術、商品開発技術で独自性がない限り成り立ち行かない。独自技術に優れたハイテクベンチャーの活躍が製造業再生の大きな鍵になる。米国の例を見るまでもなく、大学は本質的にハイテクベンチャーとしての潜在能力を持っており、大学発ベンチャーへの期待は大きい。産業のあり方によって研究内容や研究方向が左右される工学分野にあっては、大学の教育内容、研究内容、その成果の評価を、産業の変化にあわせてダイナミックに変化させ、大学が力をつけることがまず大事である。最近になって大学発ベンチャーへの理解が深まり、大学発ベンチャーを多面的にサポートする仕組みができつつあることは心強い限りである。

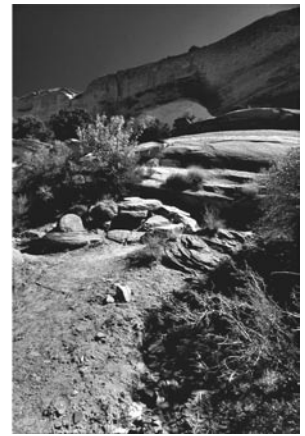
しかし、ベンチャーの活動は市場が遠慮会釈なしに評価を下してゆく厳しい世界でもある。二足のわらじを履いて努力を重ねている大学関係者のがんばりを多としたい。厳しいビジネスの眼と大学発ベンチャー育成という両面から、大学発ベンチャーを理解し支援していただきたいと思う。特に力のある若い人々がベンチャー起業に魅力を感じずような社会風土が 1 日も早く日本に根付くことを期待したい。

参考文献

- 1) 潮木守一：世界の大学危機、中公新書、第 4 章。
- 2) <http://www.fcrc.titech.ac.jp/publish/dissertation/gb2000.html>
- 3) <http://www.meti.go.jp/press/20050425002/20050425002.html>
- 4) 白川 功：ベンチャー企業の活力、電子情報通信学会誌、Vol.82, No.5, pp.462-466 (May 1999)。
- 5) Tsutsui, H., Masuzaki, T., Hayashi, Y., Taki, Y., Izumi, T., Onoye, T. and Nakamura, Y.: Scalable Design Framework for JPEG2000 System Architecture, Special Issue of AutoSoft Journal from WAC2004(to appear)。
- 6) Masuzaki, T., Tsutsui, H., Izumi, T., Onoye, T. and Nakamura, Y.: Adaptive Rate Control for JPEG2000 Image Coding in Embedded Systems, in Proc. of ICIP2002, Vol.3, pp.77-80 (Sep. 2002)。
- 7) Miyamoto, R., Sugita, H., Hayashi, Y., Tsutsui, H., Masuzaki, T., Onoye, T. and Nakamura, Y.: High Quality Motion JPEG2000 Coding Scheme Based on the Human Visual System, in Proc.



(a) 原画像



(d) 階調補正処理

■図-5 階調補正技術

- of ISCAS2005, pp.2096-2099 (May 2005)。
- 8) 宋 学燮, 岡田浩行, 藤田 玄, 尾上孝雄, 白川 功: MPEG-4 動画像符号化におけるパイブリッドエラー隠ぺい方式, 画像電子学会論文誌, Vol.32, No.5, pp.609-620 (Sep. 2003)。
- 9) 宋 天, 藤田 玄, 尾上孝雄, 白川 功: 携帯端末用低消費電力 H.263 Version 2 コーデックコアの VLSI 化設計, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.4, pp.1161-1170 (May 2002)。
- 10) Kuroda, R., Fujita, G., Onoye, T. and Shirakawa, I.: Discrete Cosine Transformer with Variable-Length Basis Vector for MPEG-4 Video Codec, in Proc. International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2000), pp. 811-814 (July 2000)。
- 11) Kosaka, A., Okuhata, H., Onoye, T. and Shirakawa, I.: Design of Ogg Vorbis Decoder System for Embedded Platform, IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E88-A, No.8, pp.2124-2130 (Aug. 2005)。
- 12) 木村 基, 密山幸男, 尾上孝雄, 白川 功: 無線 LAN セキュリティ拡張規格向け暗号処理のアーキテクチャ, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-4-4 (Sep. 2003)。
- 13) Mitsuyama, Y., Kimura, M., Onoye, T. and Shirakawa, I.: Embedded Architecture of IEEE802.11i Cipher Algorithms, in Proc. 2004 IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE2004), pp.241-246 (Sep. 2004)。
- 14) Mitsuyama, Y., Kimura, M., Onoye, T. and Shirakawa, I.: Architecture of IEEE802.11i Cipher Algorithms for Embedded Systems, IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E88-A, No.4, pp.899-906 (Apr. 2005)。
- 15) Okada, M., Masaki, T., Iwasaki, T. and Ueno, N.: Narrowband OFDM Receiver Architecture for Partial Reception of ISDB-T signal, International Conference on Consumer Electronics 2003, pp.202-203 (June 2003)。
- 16) Noritomo, T., Okada, M. and Yamamoto, H.: A Joint Antenna and Post-DFT Combining Diversity Scheme in OFDM Receiver, 1st International Symposium on Wireless Communication Systems (Sep. 2004)。
- 17) 長井則和, 高柳英晃, 齋藤将人, 岡田 実, 山本平一: アレーアンテナにより移動体の移動速度を推定しドップラースプレッドを補償する地上波デジタル放送受信機, 電子情報通信学会和文論文誌 B, Vol. J88-B, No.4, pp.741-750 (Apr. 2005)。
- 18) Cha, S., Hirose, T., Haruoka, M., Matsuoka, T. and Taniguchi, K.: A CMOS IF Variable Gain Amplifier with Exponential Gain Control, IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E88-A, No.2, pp.410-415 (Feb. 2005)。
- 19) Tanaka, T., Cha, S., Shimizu, S., Ida, T., Ishihara, H., Matsuoka, T., Taniguchi, K., Sugimori, A. and Hihara, H.: A Widely Tunable Gm-C Filter Using Tail Current Offset in Two Differential Pairs, IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Kobe, Japan, pp.812-815 (May 23-26, 2005)。
- 20) 奥畑宏之, 小坂篤史, 松村友哉, 尾上孝雄, 白川 功: Retinex 輝度補正のリアルタイム動画像向け演算量削減手法, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-4-22 (Sep. 2004)。
- 21) 野里良裕, 奥畑宏之, 尾上孝雄, 白川 功: 適応的階調補正のハードウェア実現における Retinex 理論の比較評価, 電子情報通信学会技術研究報告, SIS2005-16, pp.19-24 (June 2005)。

(平成 17 年 7 月 20 日受付)